

ÄLYKÄS DIGITAALINEN LOGISTIIKKA

Tausta-aineistoa

Smart Digital Logistics

Hintsov Tonis,
Lahtinen Heikki &

Sivonen Risto

Ixtriim Oy

27/5/2021

Sisällys

1 JOHDANTO	4
1.1 Hankkeen taustaa	9
1.2 Logistiikan kustannuksiin vaikuttaminen	10
1.3 Kuljetusten ympäristövaikutukset	13
1.4 Raportin rakenne ja tavoitteet	15
1.5 Raportin asemointi ja lukuohjeita	18
1.6 EU:n kestävän ja älykkään liikenteen strategia joulukuussa 2020	22
1.6.1 Älykkään ja kestävän tulevaisuuden virstanpylväät	24
1.6.2 Kymmenen keskeistä toiminta-alaa vision toteuttamiseksi	24
2 MARKKINATILANNE JA SAATAVILLA OLEVIA TEKNOLOGIOITA	27
2.1 Toimitusketjun digitalisoinnin historiaa	27
2.2 Yritysten ja kuljetusmarkkinan toimintaympäristö ja digitalisoinnin tarve	30
2.3 Yksilöinti- ja osapuolitunnisteet kuljetusketjussa	31
2.4 Tunnistus- ja paikannusteknologioita	34
2.4.1 Tunnistusteknologioista	35
2.4.2 Paikannus- ja mobiiliteknologiat	37
2.4.3 Paikkatiedon hyödyntäminen	38
2.4.4 Esimerkki kaluston seurannasta	39
2.4.5 Kuljetusten lämpötila- ja muu olosuhdeseuranta	40
ATP-sopimus	42
Elintarvikkeiden kotiinkuljetus	43
Rokotteiden kylmäkuljetukset	46
2.5 Kohti Golli 3.0:aa	49
2.6 Logistiikkayrityksen ohjelmisto- ja työkalukokonaisuus	50
2.6.1 Miten kaupan ja teollisuuden järjestelmät rakentuvat?	50
2.6.2 Logistiikkayrityksen ratkaisuja	52
2.7 Sähköinen asiointi kuljetusyrityksen kanssa - rajapintoja?	59
2.8 Älykkäät kiertävät kuormankantajat – Smart Reusable Transport Units	62
2.9 Lohkoketjuteknologia logistiikassa ja toimitusketjuissa	66
2.10 Kyberturvallisuus logistiikassa	68
2.11 Yhteenvetoa teknologioista	70
3 NYKYISET ÄLYKKÄÄN DIGITAALISEN LOGISTIIKAN MAHDOLLISUUDET (VISIO)	72
3.1 Kuljetuspalveluiden hankinta digitaalisilta alustoilta	79
3.2 Datan hyödyntäminen	80

3.3 Koko ketjun tapahtumatietojen hallinta GS1:n EPCIS -järjestelmän avulla	83
3.4. Sähköisen kuljetusketjun yhdistäminen viranomaisjärjestelmiin	85
3.5 Joukkoistettu jakelu	88
3.6 Digitaalinen kaksonen	88
4 TIEKARTTA MAHDOLLISUUKSIEN REALISOIMISEEN NYT JA NÄKYMÄ KOHTI FYSISTÄ INTERNETIÄ	91
5 YHTEENVETO	100
LÄHTEET	104
LIITTEET	108
Liite 1 / Appendix 1 - SUMMARY AND OVERVIEW IN ENGLISH"	108
Liite 2. Kommentti toimitusketjun teknologioista ja niiden ajoituksesta	112
Liite 3. Digitalisoitua kiertotalouden logistiikka.	113
Liite 4. Esimerkki maantiekuljetusten uusista teknologiayhtiöistä	115
Liite 5. Raportin asemointi osana Railgate Finland - Smart Hub Solutions -hanketta	116

1 JOHDANTO

Toimiva kuljetusketju on kriittinen nykyisessä taloudellisessa toimintaympäristössä. Yritykset ovat erikoistuneet omaan erityisosaamiseensa ja ulkoistaneet muut työvaiheet. Raaka-aineet, tuotanto ja kulutus eroavat toisistaan ajan ja paikan sekä määrän ja volyymin suhteen, ja kuluttajat vaativat yhä yksilöllisempiä ratkaisuja nopeasti. Koko toimitusketjun pitää toimia saumattomasti. Maallikoiden mielestä näin runsas kuljettaminen – ja se, että kuljetusten määrä kasvaa trendinomaisesti, saattaa tuntua järjenvastaiselta. Toisinaan myös ympäristönäkökulmaa tuodaan esille siinä, että kuljetusten määrää tulisi rajoittaa. Valistunut politiikka kuitenkin ymmärtää kuljetusten tarpeen – ja enemmänkin on kyse siitä, että meidän tulee tuottaa nämä kuljetukset järkevästi!

Tässä tarjotaankin digitaalisia älykkäitä ratkaisuja kuljetusketjun kehittämiseen. Samanaikaisesti uskotaan, että kuljetusketjun paremmalla hallinnalla, kuljetuksia yhdistelemällä ja koko järjestelmää kehittämällä voidaan turvata niin tarvittava palvelutaso kuin hallita myös kuljetusten ympäristövaikutuksia. Toisaalta vaikka fokus on kuljetusketjussa, on syytä huomata digitalisaation avaavan merkittäviä mahdollisuuksia myös lähettäjän ja vastaanottajan toiminnan tehostamiseen tai palvelun parantamiseen; siksi tässä työssä näkyikin erilaisia perspektiivejä.

Logistiikassa ja sen digitalisoinnissa on kyse niin taloudellisesta hyvinvoinnistamme kuin maapallon kantokyvystäkin. Siinä missä BKT ja sen kasvuprosentti korreloivat liki 100-prosenttisesti koetun hyvinvoinnin kanssa, perinteisesti 1 %:n kasvu BKT:ssa on kasvattanut kasvihuonekaasupäästöjä 0,5 %. Digitalisointi on yksi tapa tehostaa resurssien käyttöä ja siksi se on välttämätön apuväline meille kestävän kehityksen tavoitteiden saavuttamiseksi ja ilmastonmuutoksen torjumiseksi. Ei liene sattumaa, että EU:n kaksi lippulaivahanketta ovatkin DIGITAL ja GreenDeal eli toimintojen digitalisointi ja vihreä siirtymä. Siksi tässä selvityksessä viitataan myös logistiikan ympäristö- ja muihin vaikutuksiin (luku 1.3), kun tulevaisuuden kuljetusjärjestelmävisio Fyysinen Internet (luku 4) vastaa siihenkin paljolti digitalisaation keinoin. Hyvinvointiimme liittyy voimakkaasti myös työn tuottavuuden kasvu, joka ei ole logistiikassa ollut parasta mahdollista, kun innovaatiopanostukset eivät ole olleet riittäviä. Digitalisaatio on kuitenkin auttamassa silläkin sektorilla suuria loikkia eteenpäin.

Tietysti tuohon jälkimmäiseen osioon eli ”Green Dealin” on runsaasti myös teknologista kehitystä moottorityypeistä ja käyttövoimasta lähtien – ja ne ovatkin varmasti tarpeen. Silti uskomme älykkäiden digiratkaisujen voimaan – ja edelleen niiden tuomaan uuteen valtavaan liiketoimintapotentiaaliin. Edelleen voidaan miettiä myös sitä, mikä rooli digitalisaatiolla on systeemitason muutoksiin kuten esim. kuljetusmuotosiirtymään? Jos digitaalinen ketju on älykkäämpi, onko eri kuljetusmuotojen yhteensovittaminen saumattomampaa – ja pystyvätkö yritykset siten sujuvammin hyödyntämään tehokkainta saatavilla olevaa kuljetusmuotojen yhdistelmää? Tai voidaanko tietoa lisäämällä ja kuljetuksia yhdistelemällä kyetä kokoamaan tietyt tavaravirrat yhteen niin, että runkokuljetukset voidaan hoitaa rautateitse kumipyörän sijaan auttaen siten osaltaan ympäristövaikutusten hallinnassa? Tästä olkoon esimerkkinä vaikka Massification -hanke, jota kannattaa seurata myös Smart Hub Solutions -hankkeen rinnalla.

Massification-hankkeessa (lähde 2020) lähdettiin kokoamaan muita rahdinantajia mukaan Lillestä (FR) Barkingiin ja Daventryyn (UK) suuntautuviissa kuljetuksissa niin, että runkokuljetus saadaan juniin. P&G ei saa yksin volyyymiä, joka riittäisi junaan ko. välillä, mutta heillä on merkittävä volyyymi – ja he ovat sitoutuneita hiilidioksidipäästöjen vähentämiseen. Hanketoimijat lähtivät etsimään alueelta muita rahdinantajia, jotta sopivat volyymit saadaan aikaiseksi. Usein pienet ja keskisuuret toimijat eivät voi ottaa junakuljetusta edes huomioon

todellisena vaihtoehtona, ja siksi tällaiset hankkeet, joissa kootaan yhteisjonia, ovat merkittäviä (ks. www.clusters20.eu)

Osa digitalisoinnin hyödyistä kertaantuu kuljetusjärjestelmässä, jos niiden avulla päästään edistämään kuljetusmuotosiirtymää. RailGaten tuomia hyötyjä tarkastellaan yksityiskohtaisemmin samaan aikaan tuotetussa toisessa raportissa (Lahtinen, Lehtinen & Tapio 2021), mutta joitakin niistä on poimittu myös tähän selvitykseen.

Digitaalinen ja älykäs kuljetusketju on mielenkiintoinen kohde myös startup-markkinan näkökulmasta. Jos analysoimme esimerkiksi pääomasijoittajien kiinnostusta viimeisten vuosien aikana, näemme tietysti ”uberisaatiota” myös siellä, mutta yleisesti ottaen **alustatalouden** nousu lienee se merkittävin yhdistävä termi viimeiseltä vuosikymmeneltä. Näemme tämän verkkokaupassa Amazonin, Alibaban ja Ebayn muodossa, mutta myös henkilöliikennemarkkinassa Uberin ja sen kilpailijoiden kuin myös nyt aggressiivisesti ruoan kotiintoimituksissa Woltin, Foodoran jne. muodossa yhteiskunnallisen keskustelun kohdistuessa juuri tällä hetkellä yrittäjä- vs. työntekijästatukseen.

Askeleen pidemmälle menevä analyysi sijoittajien kiinnostuksesta ja sijoituskohteista nostaa esille tällä hetkellä mm. 1) Teollisen internetin (IoT), 2) Robotiikan ja automaation sekä erityisesti 3) Dataan liittyvän liiketoiminnan olipa se sitten Big Dataa ja sen analysointia tai kehittyneitä koneoppimista eli tekoälyä. McKinsey (2020) näkee suuren buumin alkaneen vuodesta 2015 – ja he analysoivatkin 120 suurinta startup-rahoitusta, jotka keräsivät 5 vuoden aikana sijoituksia 26 mrd \$ koko toimialan 28 miljardista. Edelleen on syytä huomata, että vaikka sijoittajien kiinnostusta on muutamaan tuhanteen startupiin, 10 suurinta teknologia-alustaa sai 46 % kaikista panostuksista.

Seuraavaan kuvaan 1.1 on kerätty joitakin esimerkkejä logistiikan ja toimitusketjun teknologia-startupeista lajiteltuna erilaisiin ryhmiin (CBInsights 2018). McKinsey nostaa näistä sijoitusmielessä merkittävimäksi viimeisen mailin toimituksen ratkaisut, mutta tämän raportin kannalta painottuvat ehkä myös sensorit (IoT) ja kaluston seuranta. Ja startupeja laajemmin tarkastelemme tietysti nykytilannetta ja teknologioita siten, miten niitä soveltamalla saadaan digitaalinen ja älykäs kuljetusketju toimimaan myös nykyisten alan toimijoiden kesken. Startupit olkoot tässä alussa muistuttamassa, että alalla saattaa tulla vielä suuriakin muutoksia, joita emme vielä näe. Tavaraa tulee silti jatkossakin liikkumaan – ja uskomme sen olevan älykkäämmän ohjattua jatkossa.

The Supply Chain & Logistics Tech Market Map



Digital Freight Shipping



Sensors & Asset Tagging



Inventory Management



Blockchain



Food Supply Chain



Supply Chain & Logistics Analytics



Trucking Marketplace & Fleet Management



Warehousing



Enterprise Resource Planning



E-Commerce Logistics



Autonomous Trucking



Last Mile AV & Drones



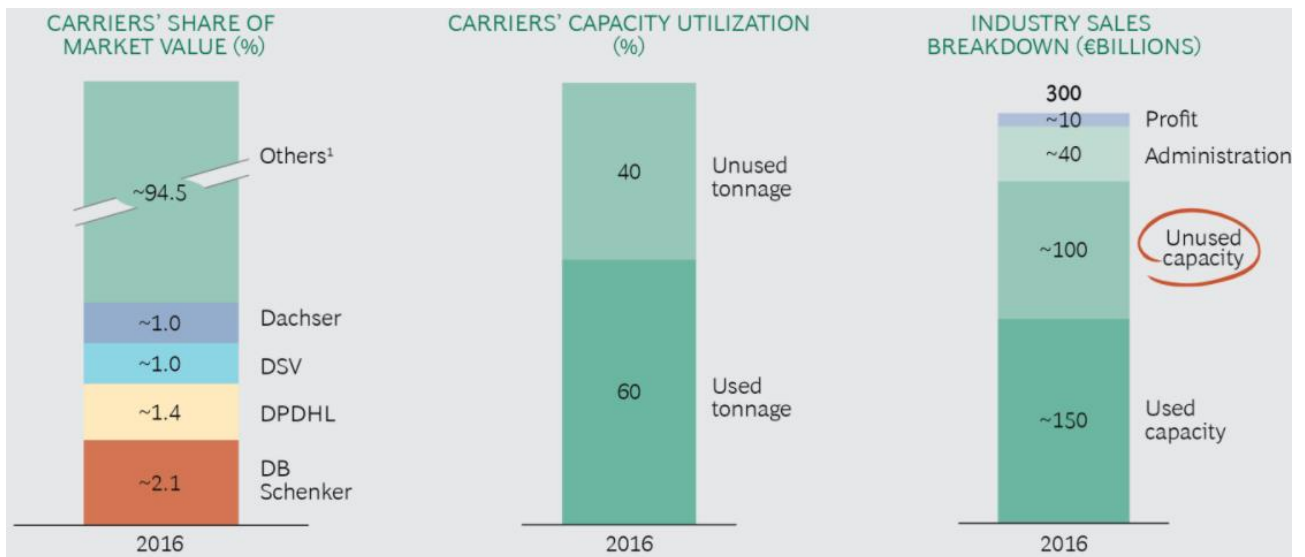
Last-Mile Delivery Services



Created by You. Powered by CBINSIGHTS

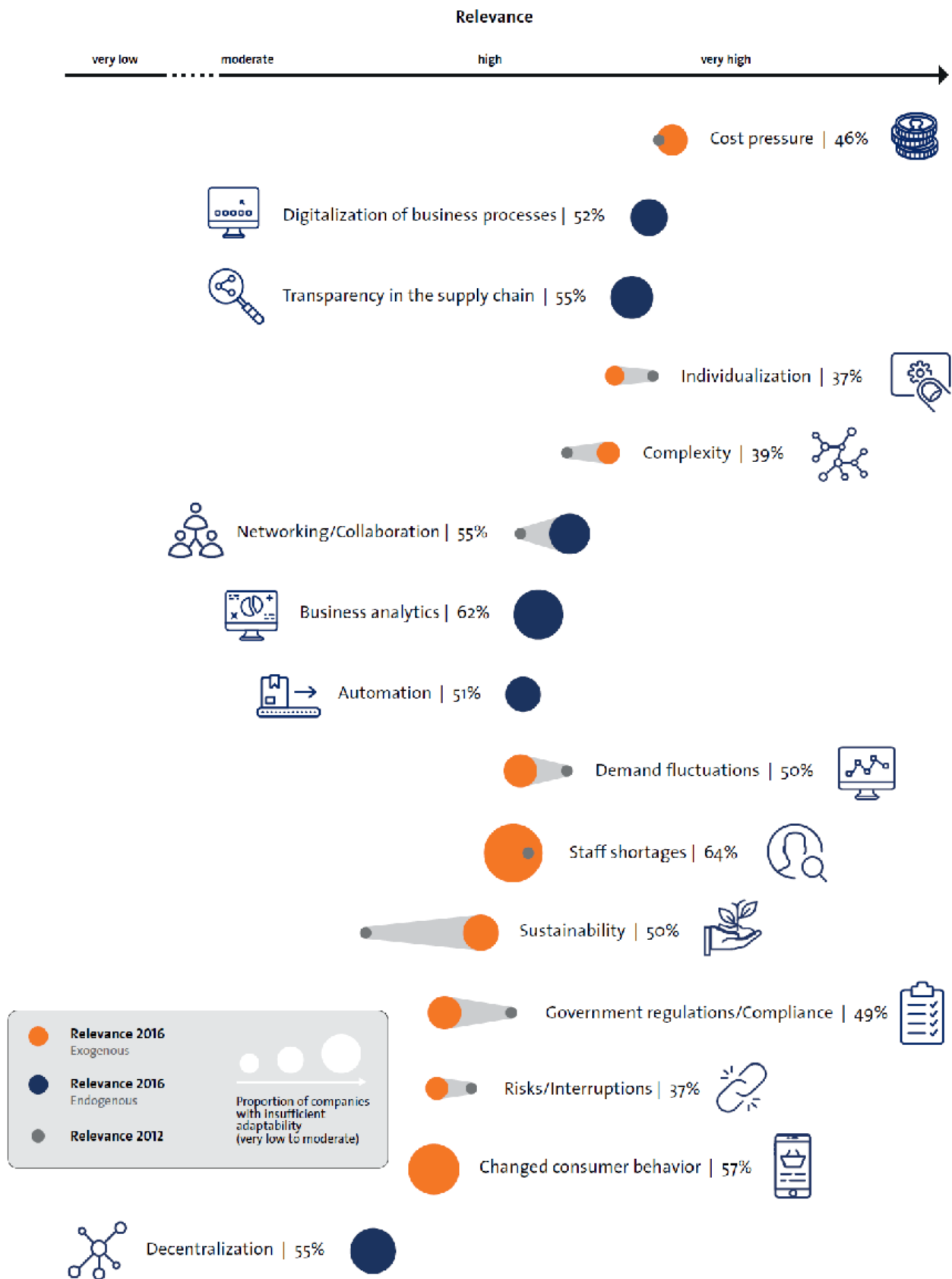
Kuva 1.1. Esimerkkejä logistiikan ja toimitusketjun startup-kentästä (CBInsights 2018).

Useat lähitulevaisuuteen suuntavat tutkijat näkevät nk. alustatalouden nousun yhtenä keskeisimmistä muutostekijöistä. Tämä näkyy jo monella tapaa esimerkiksi maailman suurimman mainostoimiston (Facebook), taksifirman (Uber) tai hotelliketjun (AirBnB) -tyyppisen toiminnan yleistymisenä. Ennusteena on, että merkittävä osa logistiikan toimintamalleja tulee myös siirtymään tällaisille alustoille jo alkaneen vuosikymmenen puoliväliin mennessä. Startupien ja siten myös sijoittajien kiinnostus logistiikkamarkkinaan on ymmärrettävää, koska siellä nähdään edelleen paljon potentiaalia – erityisesti digitalisaation keinoin. Ja jos potentiaalia saadaan realisoitua, sillä on luonnollisesti omat taloudelliset ja ekologiset vaikutuksensa. Alla oleva kaavio (Kuva 1.2, BCG 2018) kertoo, että eurooppalainen maantiekuljetusmarkkinaan on hyvin pirstaloitunut, mutta kapasiteetin käyttöaste on heikkoa ja sitä kautta myös kannattavuus. Toinen analyysi (Chan ym. 2018) kattaa puolestaan huolinta-alaa, ja sen johtopäätökset ovat osin samankaltaisia: Markkinajohtaja DHL:llä on vain 13 % osuus ja 5 suurinta kattavat yhteensä alle 50 % yli 130 miljardin euron meri- ja lentorahtimarkkinasta loppuosan jäädessä suurelle määrälle pieniä paikallisia toimijoita. EU-komissio (2018) laskeekin, että pelkästään 28 jäsenmaan kuljetus- ja varastosektorissa toimii liki 1,2 miljoonaa yritystä, jotka tarjoavat 11 miljoonaa työpaikkaa ja luovat vuosittain 556 miljardia euroa lisäarvoa kansantalouksiin. Lukemat ovat merkittäviä, mutta nopea havainto on, että yritykset ovat keskimäärin pieniä. Täällä on paljon potentiaalia digitalisaatiolle.



Kuva 1.2. Kuljetusmarkkinan pirstaleisuus, käyttöasteet ja vajaan kapasiteetin liiketoimintapotentiaali Euroopassa. (Boston Consulting Group, BCG 2018).

Kattava saksalaistutkimus logistiikan ja toimitusketjun kehittämisestä nostaa esille relevantteimpina tarpeina yrityksille kustannusten vähentämisen ja digitalisoinnin (Kersten ym. 2017). Nämä ovat myös teemoja, joihin yritykset eivät ole riittävän hyvin varautuneet. Käsittelemme tässä raportissa myös useita muita ko. selvityksen havaitsemissa teemoja, kuten analytiikkaa ja kestäväää kehitystä.



Kuva 1.3. Logistiikan ja toimitusketjun hallinnan trendien relevanttius ja yritysten valmistautuminen niihin (Kersten ym. 2017).

Lahtinen (2016) on kuvannut tätä kehitystä jakamistalouden ja ”resurssitehokkuuden” näkökulmista – ja laajentanut ajattelua edelleen kiertotalouteen ja logistiikan solmupisteiden rooliin siinä (Lahtinen 2019). Siksi tämänkin työn lopussa olevissa liitteissä otetaan kantaa kiertotalouteen; meidän tulee kyetä luomaan älykkäät digitaaliset ratkaisut, jotka mahdollistavat siirtymisen imu- ja/tai työntöohjatuista toimitusketjuista kiertäviin kehiin. Tämän raportin rinnalla on kiinnostava pohtia myös rinnakkaishanketta (ks. Lahtinen, Lehtinen & Tapio 2021), jossa voimme arvioida, mikä on RailGaten yhteyteen ja ympärille rakentuvan ”fyysisen logistiikka-alustan” merkitys suhteessa ”digitaalisiin palvelualustoihin”?

1.1 Hankkeen taustaa

Kouvolassa sijaitseva RailGate Finland on ainoa EU:n TEN-T ydinverkon RRT (Rail Road Terminal) -statuksella oleva maantie- ja rautatiekuljetukset yhdistävä terminaali Suomessa. Solmupiste yhdistää suomalaisia kuljetusverkostoja kansainvälisiin korridoreihin, niin itään rautateitse kuin hyvien satamayhteyksien kanssa myös muualle maailmaan. Tässä yhteydessä meidän tulee kuitenkin tarkastella RailGatea RRT-solmupistettä ja intermodaaliterminaalia suurempana alueena, jossa erilaiset viennin ja tuonnin toiminnot mahdollistuvat ”digitaalisten älykkäiden ratkaisujen” avulla. Kouvolan seudun, koko Kymenlaakson ja koko Kaakkois-Suomen logistiikalla on hienot perinteet ja sitä kautta kulkee jo nyt merkittävät volyymit. Tässä hankkeessa niitä voidaan tehostaa ja tehdä ekologisemmiksi ja älykkäämmiksi, mutta myös hakea uusia näkemyksiä, toimintoja ja toimijoita ja siten kasvattaa volyymiä alueen toimijoille. Tämä on myös merkittävää uuden osaamisen kehittämisen ja sen hyödyntämisen näkökulmista: siksi raportti onkin yleisemmällä tasolla rahdinantajien toimitusketjun sekä huolinta- ja kuljetustoimijoiden ketjun koko matkalla kattaen eri kuljetusmuodot kansainvälisesti. Tämä edellyttää sujuvat rajapinnat eri toimijoiden kesken ja suhteessa liikenteen viranomaisjärjestelmiin – ja yksi rajapinta ovat satamat, tai nyt esille nostettu RailGate ”sisämaan satamana”.

Uudet digitaaliset ratkaisut mahdollistavat entistä tehokkaammat, ekologisemmat ja älykkäämmät kuljetusketjut. XAMK toimii osatoteuttajana Kinnon vetämässä RailGate Finland – Smart Hub Solutions-hankkeessa, jonka rahoittajana toimii EAKR. XAMK on tunnettu aluekehitys- ja tutkimusorganisaatio, jonka eräänä painopisteenä on logistiikka. XAMKin rooli tässä hankkeessa on erityisesti sen työpaketissa TP4 etsiä yritysille älylogistiikkaan ja digitalisaatioon tukeutuvia ratkaisuja kilpailukyvyyn kehittämiseksi ja toteuttamiseksi osana vienti- ja tuontihub-konseptia (TP2 & TP3) ja vahvistaa seudullista logistiikan kehittämisen ekosysteemiä (TP1). Liitteessä 5 on kuvattu hankekokonaisuutta aikajanalla ja tämän selvityksen osuutta siitä.

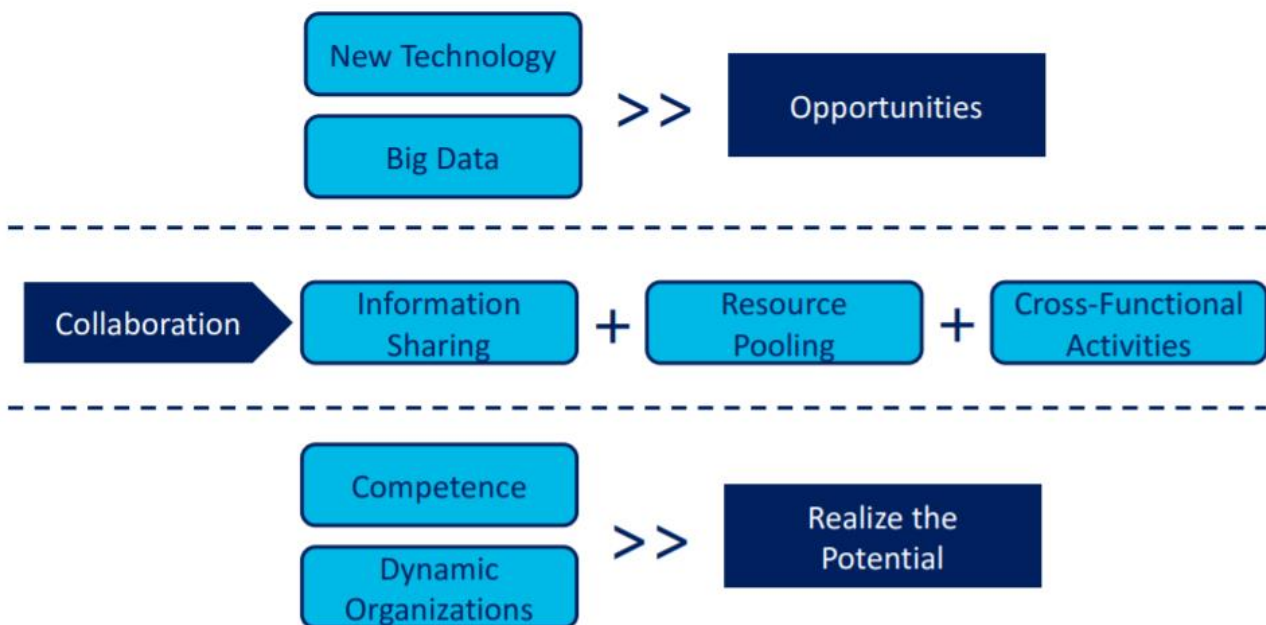
Tämä raportti on pyritty kirjoittamaan niin, että se soveltuu eri käyttäjille. Raportissa on pyritty pääsääntöisesti lyhyeen kuvaukseen, mutta joissakin kohdissa tarkkuuden lisäämiseksi on syventäviä tietokokonaisuuksia *kursivoituna, sisennettynä hieman pienemmällä kirjaimella*. Niiden lukeminen voi auttaa osaa toimijoista hahmottamaan itselleen oleellista osiota tarkemmin ja löytämään lisää siihen liittyviä aiempia tutkimuksia. Käytännöllisyyden varmistamiseksi osa teknologiakuvauksista on alan yritysten materiaaleista ja käytännön kokemuksista poimittuja (myös kirjoittajien), mutta raportissa pyritään välttämään mainostamista ja siten toivotaan lukijoiden ottavan esillä olevat ratkaisut neutraaleina esimerkkeinä. Ja edelleen, paljolti tästä syystä johtuen, raportoinnissa pyritään enemmän konseptitason esittelyyn useissa teemoissa, mutta kuitenkin niin, että ne on luotu juuri tämän hankkeen kokonaisuutta silmällä pitäen yhdistelemällä aiempaa osaamista ja näkemystä.

Raportin on koontanut Ixtriim Oy:n työryhmä Tonis Hintsov, Heikki Lahtinen ja Risto Sivonen. Merkittävä panos raportille on myös tilaajan ja Smart Hub Solutions -hankkeen puolelta saatu sparraus. Ja erittäin suuri kiitos kuuluu aineistoa toimittaneille, työpajoihin, haastatteluihin ja tilaisuuksiin osallistuneille asiantuntijoille, niin

teknologiatoimittajille, rahdinantajien kuin kuljetusalan toimijoidenkin edustajille. Kaikkien nimeäminen tässä ei ole mahdollista eikä tutkimuseettisesti edes perusteltua; raportti on pyritty kirjoittamaan niin, ettei yksittäisten haastatteluvastausten antajia tai organisaatioita pystyittäisi tunnistamaan.

Vaikka tämä raportti käsittelee suuressa osassa teknisiä kysymyksiä, haaste on lopulta usein organisatorinen, kuten oheinen periaatekuva 1.4 hahmottelee. Miten yritysten sisällä mutta erityisesti niiden välillä kyetään luomaan datan avulla uusia toimintamalleja esimerkiksi resurssien jakamiseen ja yhteistyöhön? Tai hieman matalammalla tasolla, mihin tässäkin raportissa pyritään monella tapaa ottamaan kantaa, miten hyödynnetään standardeja niin, että eri kuljetusmuodot ja toimijat saadaan toimimaan sujuvasti yhdessä kansainvälisissä toimitusketjuissa? Teknologia ja data antavat mahdollisuuksia, kyky johtaa ja organisoida niiden hyödyntämistä avaavat tilaisuuden saavuttaa tämän potentiaalin.

The major challenge is organizational not digital

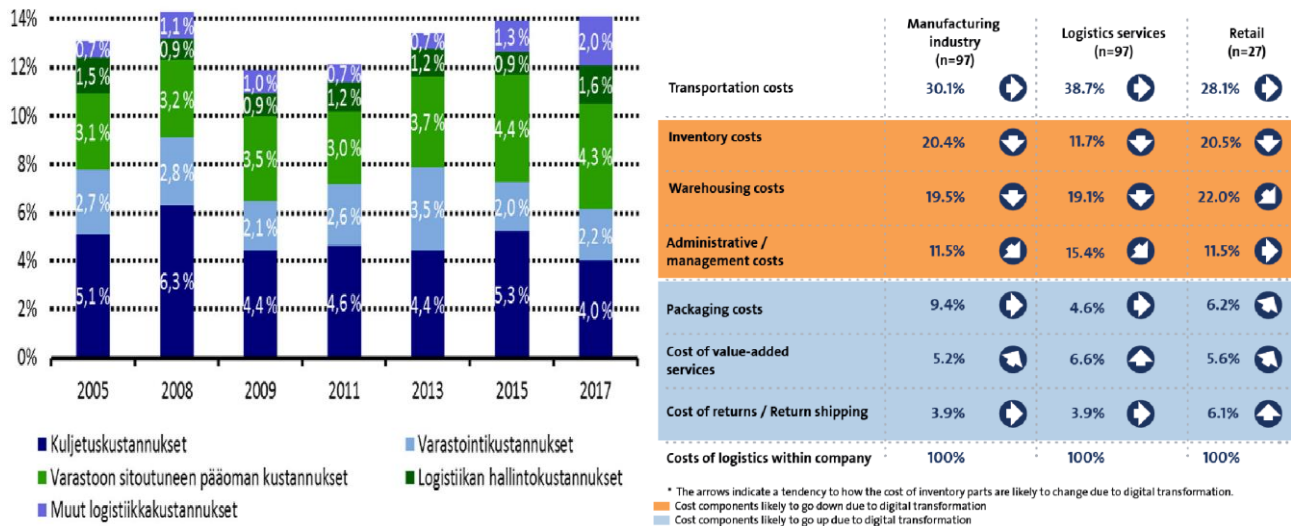


Kuva 1.4. Teknologian mahdollisuuksien realisointi vaatii osaamista ja yhteistyötä. (Abrahamsson 2020).

1.2 Logistiikan kustannuksiin vaikuttaminen

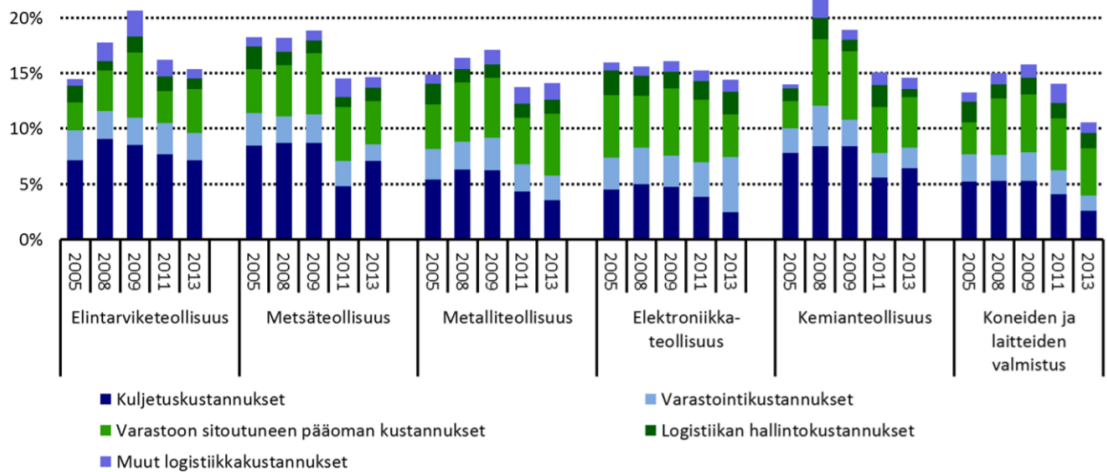
Logistiikan kustannukset ovat merkittävä osa yritysten kokonaiskustannuksia – ja niitä pienentämällä kustannuskilpailukyky ja yrityksen voitto voisivat kasvaa merkittävästi. Tässä ei ole käytettävissä tarkempaa analyysiä yritysten tuotannon logistiikan kustannuksista siten, että siinä huomioitaisiin myös logistiikan laatukustannukset, joita esimerkiksi materiaalipuutteet voisivat aiheuttaa tuotannon takkuamiselle tai asiakkaiden tyytymättömyydelle. Siksi tässä tyydytäänkin yleiseen havaintoon (Solakivi ym. 2018) siitä, että suomalaisten kaupan ja teollisuuden yritysten logistiikan kustannukset ovat noin 14 % liikevaihdosta (Kuva 1.5). Tämän raportin keskittyessä ”kuljetusketjun” osuuteen, on syytä kuitenkin rehellisyyden nimissä mainita, että pelkät kuljetuskustannukset ovat ”vain” noin 1/3 tuosta kokonaisuudesta, mutta osuus kuitenkin vaihtelee yrityksittäin ja toimialoittain sekä heilahtelee myös öljyn hinnan muutosten vuoksi.

Kuljetuskustannuksilla on joka tapauksessa suuri merkitys yrityksille, mutta tässä käsiteltävä älykäs ja digitaalinen ketju voinee tuoda myös muuta tukea logistiikan kustannusrakenteen kehittämiseen. Valtaosa logistiikan kustannuksista on materiaaliin liittyvää kustannusta, kuten käsittelyä (terminaaleissa ja varastoissa), pääomakustannuksia (materiaaliin sitoutunut raha) ja ketjun hallinnan kustannuksia. Ilmeisesti näissä ei ole tapahtunut riittävää tuottavuuskehitystä ja vaikka pääomasta onkin toisinaan niukkuutta, nykyinen matala korkotaso on auttanut yhden keskeisen kustannuskomponentin hallintaa. Koko ketjun digitalisoinnilla voidaan säästää merkittäväällä tasolla hallinnan työtä, parantaa läpinäkyvyyttä ja siten tehostaa myös pääoman käyttöä ja optimoida käsittelyresurssia. Toisaalta lisäarvopalvelut, pakkaaminen ja palautukset voivat kasvattaa kustannuksia digitalisaation myötä.



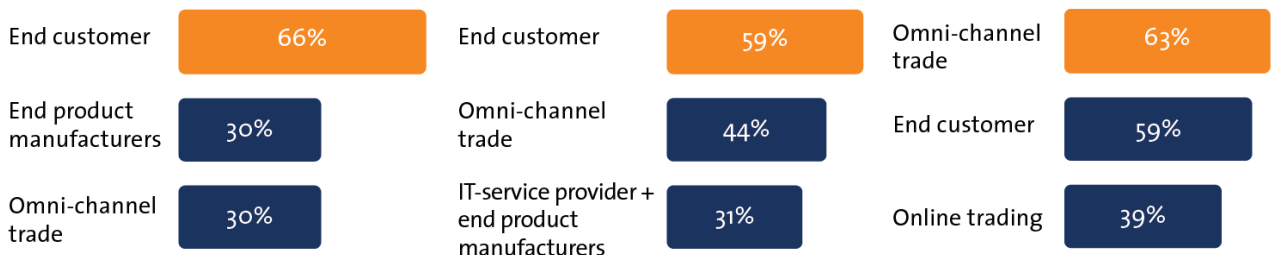
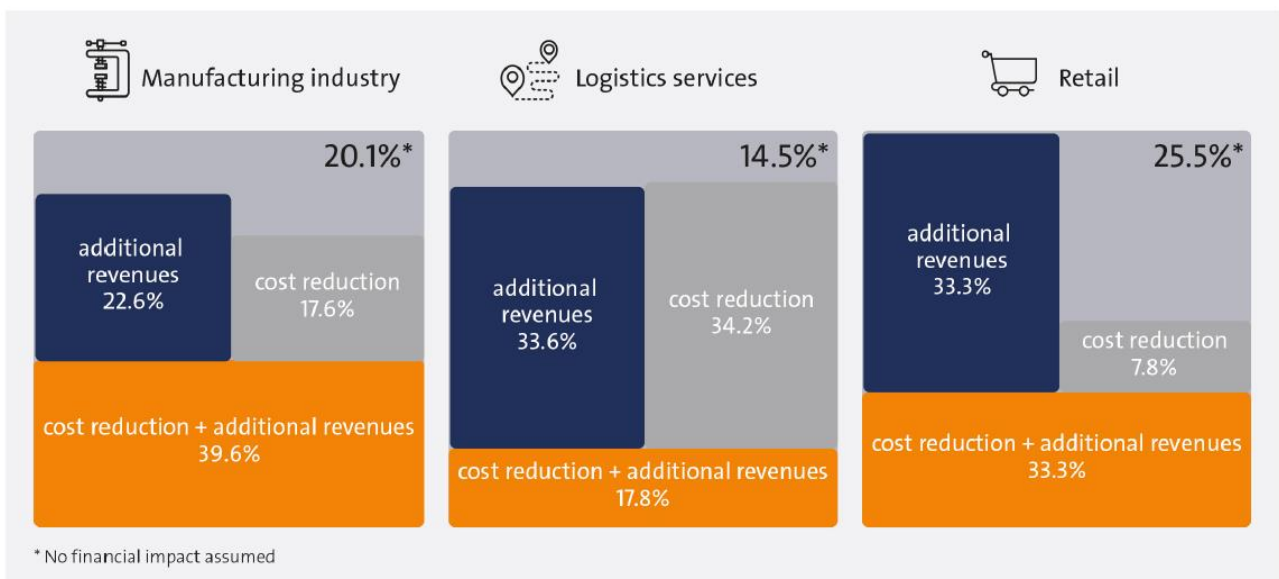
Kuva 1.5. Kaupan ja teollisuuden yritysten logistiikkakustannukset suhteessa liikevaihtoon vas. (Solakivi ym. 2018) sekä toimialoittain jaoteltuna aktiviteeteittäin ja digitalisaation mahdollisine vaikutuksineen (Kersten ym. 2017).

Aiemmissa kansallisissa logistiikkaselvityksissä on eritelty kaupan ja teollisuuden lukuja erikseen. Nämä mittaukset pitävät sisällään omia haasteitaan, mutta tässä yhteydessä niitä voitaneen pitää luotettavimpina saatavilla olevina aineistoina. Vuonna 2014 suomalaisten teollisuusyritysten logistiikkakustannuksiksi arvioitiin 12 mrd. € (Solakivi ym. 2014). Tästä noin 40 % (4,8 mrd. €) oli kuljetuskustannuksia ja loppuosa varastointiin, pääomaan ja käsittelyyn liittyviä kuluja. Kyseisissä aineistoissa on luokiteltu kustannuksia myös yrityskokoluokittain, toimintastrategioittain (MTS, ATO jne.), mutta ehkä nämä ylätasen luvut ovat luotettavimpia aggregoituina kuin pienemmissä erissä. Joka tapauksessa tästä nostetaan esille yksi taulukko teollisuuden eri toimialojen mukaan: esimerkiksi elintarvike-, metsä- ja kemianteollisuudessa kuljetuskustannusten osuus on suuri. Edelleen on mielenkiintoista havaita, että Suomen teollisuuden logistiikkakustannus (n. 12 mrd. euroa v. 2014) on noin 40 % koko teollisuuden arvonlisäyksestä (Tilastokeskuksen mukaan vajaa 33 mrd. euroa v. 2016; kirjoittajan lisäys). Logistiikan kokonaiskustannuksilla on siis erittäin suuri vaikutus kansantalouden tasolla ja suhteessa koko teollisuuteen – ja sen kilpailukykyyn. Tässä hankkeessa pitää tietysti katsoa kuljetusketjua kaikilla toimialoilla ml. kauppa ja rakentaminen.



Kuva 1.6 Teollisuuden toimialojen logistiikkakustannusten rakenne v 2005-2013 (Solakivi ym. 2018).

Yritykset uskovat logistiikan ja toimitusketjun digitalisoinnin tuovan merkittäviä taloudellisia hyötyjä kaikilla selvityksessä olleilla toimialoilla. Logistiikkapalveluyrityksistä vain joka seitsemäs uskoo digitalisoinnin tuovan hyötyä. Mielenkiintoista sen sijaan on havaita, että logistiikkatoimijat näkevät melko tasapuolisesti kustannussäästö- ja lisätuottopotentiaalin, kun taas kaupan alalla digitalisoinnin kustannushyötyjä on jo kerätty enemmän, joten potentiaali painottuu siellä enemmän lisätuottojen puolelle. Merkittävä osa kehitysajureista tulee asiakastarpeista (66 % teollisuudessa ja n. 60 % kaupassa ja logistiikassa) tai siihen liittyvästä monikanavaisuudesta. Kustannussäästöjen tai lisäarvon kvantifiointi voi kuitenkin olla vaikea tehtävä. Sitäkin on yritetty määrittää muutamissa selvityksissä.



Kuva 1.7. Digitalisoinnin ennakoitua hyödyt ja niitä ajavat tekijät eri toimialoilla. Kersten ym. (2017).

1.3 Kuljetusten ympäristövaikutukset

Tässä raportissa ei mennä syvälle tähän teemaan, vaan viitataan samanaikaisesti rinnalla kulkevaan toiseen projektiraporttiin Lahtinen, Lehtinen & Tapio (2021), jossa vienti- ja tuontihubia tarkastellaan laajemmin ympäristö- ja ulkoiskustannusten näkökulmasta. Todetaan kuitenkin isossa kuvassa, että yritykset toistaiseksi ottavat huomioon usein vain kuljetusten kiinteät ja muuttuvat kustannukset, mutta poliittinen paine ohjaa siihen suuntaan, että myös infrastruktuurin käytölle ja ulkoiskustannuksille, kuten ympäristölle ja muille sidosryhmille aiheutetut laskennalliset kulut tulisivat ”saastuttaja maksaa” ja ”käyttäjä maksaa” -periaatteiden mukaan ennen pitkää täysimääräisesti maksettavaksi. Tästä syystä yritysten kannattaa ottaa käyttöön myös digitaalisia työvälineitä, joilla ne tehostavat kuljetuksia – ja pidemmällä aikavälillä vähentävät myös niiden ulkoiskustannuksia.



Kuva 1.8. Kuljetusten kokonaiskustannusten rakenne ja periaatteellinen ero maantie- ja rautatiekuljetusten välillä (ks. esim. Lahtinen 2016 tai 2020b).

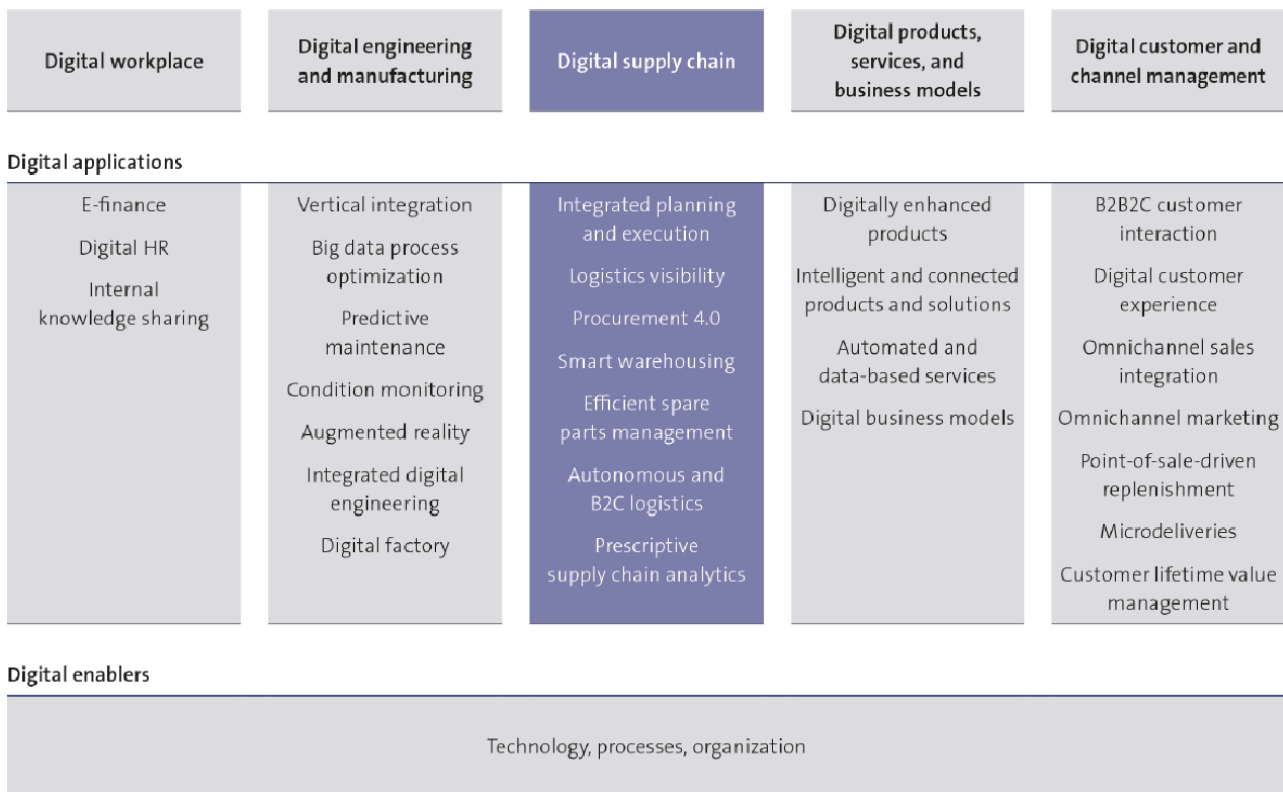
Koska rinnalla oleva toinen selvitys käsittelee vienti- ja tuontihubia kuljetusjärjestelmän solmupisteenä, tässäkin viitataan näihin elementteihin. Kuljetusmuotojen keskinäiset kustannusrakenteet ovat hyvin erilaisia, ja optimaalisiin kuljetusjärjestelmiä syntyykin silloin, kun kuljetusmuotoja kyetään sujuvasti yhdistämään. Tällaisessa nk. intermodaalisisessa kuljetusjärjestelmässä voidaan esimerkiksi hyödyntää kumipyörällä tehtävät joustavat keruu- ja jakelukuljetukset sekä rautateitse tapahtuvat kustannus- ja ekotehokkaat runkokuljetukset. Näitä raportteja isolta osalta yhdistävä kysymys kuuluukin, voivatko digitalisaatio sekä siinä syntyvä ja hyödynnettävä laadukas data auttaa kehittämään ja käyttöönottamaan toimintamalleja, jotka tukevat kuljetusten yhdistämistä ja kuljetusmuotosiirtymää? Kuvan 1.8 mukaisesti rautateillä niin ulkoiskustannus kuin muuttuvat kustannuksetkin ovat pieniä, mutta suuri kiinteä kustannus rajaa alalle tuloa ja liikkeelle lähtöä.

Tulevaisuudessa voimmekin saavuttaa nk. Fyysisen Internetin (luku 4), kun kuljetusten data ja ohjaustratkaisut ovat käytössä. Ruohonjuuritasolla voidaan havaita jopa yksittäisen kuljettajan ajotavan merkitys polttoaineen kulutukseen ja siten kuljetuksen kustannukseen ja ympäristövaikutukseen. Yleistäen voidaan todeta kuvan 1.9 mukaisesti, että kuljetusjärjestelmässä on vielä runsaasti kehittämisen mahdollisuuksia, jotka tukevat niin taloudellista, ekologista kuin sosiaaliskin näkökulmaa. Moniin näistä reagointi vaatii lisää dataa, analytiikkaa ja älykkyyttä. Siksi logistiikan digitalisaatiolle onkin nyt merkittävä tilaus.

Tehokkuuden ja kestäväen kehityksen vastaisten tekijöiden kartoittaminen		TALOUDELLINEN	EKOLOGINEN	SOSIAALINEN
taloudellisista, ekologisista ja sosiaalisista näkökulmista				
1.	Rahtaamme pakkauksia ja ilmaa	x	x	
2.	Tyhjänä ajo on normaali- eikä poikkeustilanne	x	x	
3.	Rahdikuljettajasta on tullut nykyajan cowboy	x		x
4.	Toimitukset makaavat paikallaan, tuotteita varastoidaan ilman tarvetta ja toimituskyky on silti heikko	x		x
5.	Tuotanto- ja varastokapasiteetti on heikosti hyödynnetty	x	x	
6.	Useita tuotteita ei koskaan myydä tai käytetä	x	x	x
7.	Tuotteet eivät tavoita niitä, jotka tarvitsisivat niitä eniten	x		x
8.	Tavaraa siirrellään tarpeettomasti ympäri maailmaa	x	x	
9.	Nopea ja luotettava intermodaalikuljetus on vain unelma	x	x	x
10.	Citylogistiikka on painajaismaista	x	x	x
11.	Logistiikkaverkot ja toimitusketjut eivät ole turvallisia eivätkä toimintavarmoja	x		x
12.	Älykäs automaatio ja teknologia on hankala täsmäyttää	x		x
13.	Innovaatiot kuristetaan	x		x

Kuva 1.9 Tavarakuljetusten vastuullisuus ja tehokkuus (Lahtinen 2016 mukaellen Montreuil 2011).

Silti logistiikan (tai toimitusketjun ~ huom. toisinaan käytetään synonyymeinä, mutta sekään ei ole absoluuttisesti aivan oikein) digitalisointi on vain pieni, vaikkakin merkittävä osa liiketoimintojen digitalisointia, kuten kuvassa 1.10 näemme. Ja edelleen on syytä hahmottaa, että vaikka tämäkin raportti on suhteellisen laaja, olemme silti rajanneet lukuisia aihepiirejä tästä pois. WEFin (2017) julkaisun kuva on myös siinä mielessä tarpeellinen muistutus meille, että siinä on nimetty digitalisoinnin sovellutuksia, kuten läpinäkyvyys (~ logistics visibility, transparency) ja älykäs toimitusketjun ohjaus (~ prescriptive supply chain analytics; erottaa siis analytiikan (mitä tapahtui), deskriptiivisen (miksi näin tapahtui) ja prediktiivisen (mitä tapahtuu, jos trendit jatkuvat) toisistaan, ja kykenee ottamaan huomioon koneoppimisen kautta myös muutoksia tai ”mitä tulisi tapahtua”). Mallissa ei myöskään jäädä liikaa luettelemaan teknologioita, vaan todetaan ne mahdollistavana kivijalkana.



Kuva 1.10. Digitaalisen toimitusketjun sovelluksia osana digitalisoituvaa liiketoimintaa. WEF (2017).

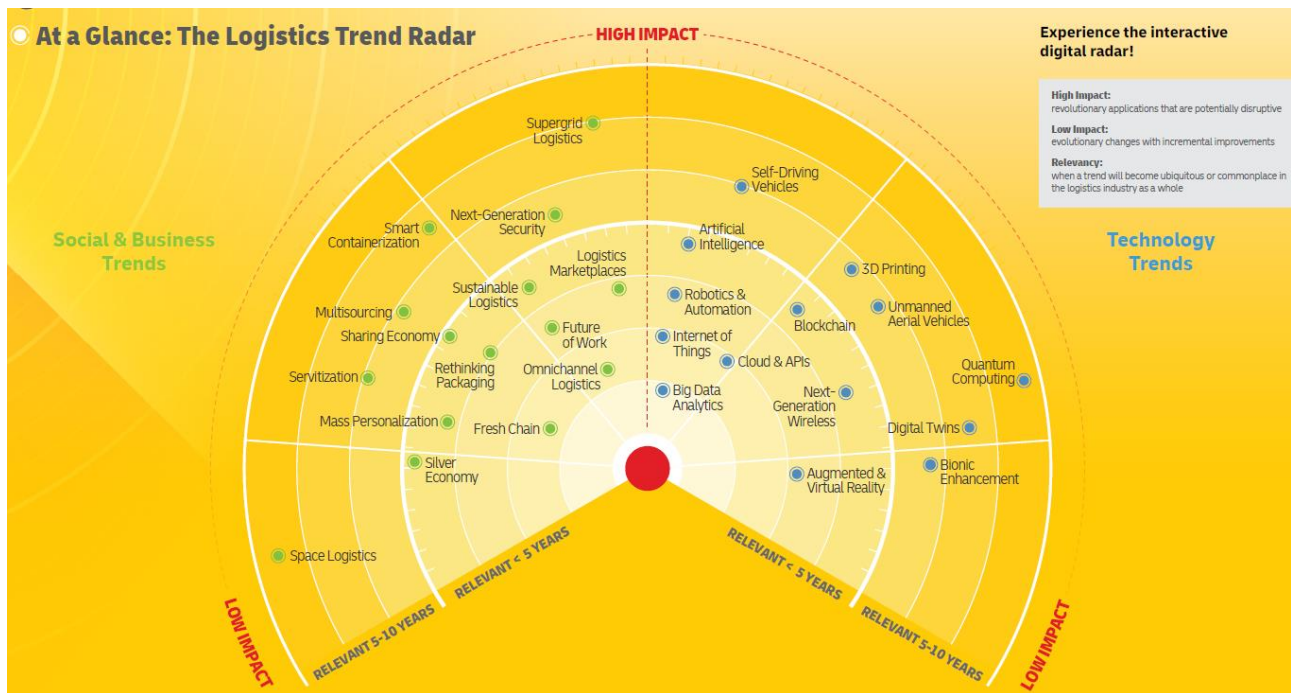
1.4 Raportin rakenne ja tavoitteet

Tällainen raportti vaatii välttämättä johdannon teemaan sekä valintoja ja rajauksia käsiteltävistä asioista. Siksi raportille annetut tavoitteet ovatkin tärkeitä, jotta voidaan ymmärtää paremmin se perspektiivi, josta tämä on kirjoitettu. Yhtä välttämätöntä on ymmärtää käytettävissä olevat resurssit ja tehdyt rajaukset, koska aihepiiri on valtavan laaja, siinä on useita erilaisia sidosryhmiä ja näkökulmia – ja niin teknologian kuin varsinkin toimintamallien yleistymistä erilaisilla aikajaksoilla on vaikea ennustaa erityisesti ajoituksen osalta oikein.

Intuitiivisena ajatuksena voitaneen väittää, että meillä on itse asiassa melko runsaastikin raportteja ja kirjallisuutta digitalisaatiosta liikenteen osalta tai esimerkiksi eri kuljetusmuotojen yksittäisiin vaiheisiin, mutta silti **tämä raportti – vaikkakin aika perusteknologioiden parissa toimien – tuo oman ainutlaatuisen kokonaisuutensa eri osapuolelta yhdistävästä älykkästä ja digitaalisesta kuljetusketjusta lähettäjältä kuljetus- ja huolintayritysten kautta vastaanottajalle niin, että siinä otetaan huomioon kansainvälisesti eri kuljetusmuotojen hyödyntämisen mahdollisuus ja rajapinnat myös viranomaisjärjestelmiin.**

Pitäydymme raportissa pääosin olemassa olevassa ja koestetussa teknologiassa. Kyse ei ole mitenkään uusien mullistavien asioiden keksimisestä, mutta silti vaativasta uudesta ajattelusta yhdistellä nämä asiat – tai saada niiden potentiaali hyödynnettyä. Tässä onkin hyvä paikka viitata DHL:n (2020) Logistiikan Trendit -tutkaan: siinä otetaan ansiokkaasti kantaa niin teknologisiin (oikea puoli) kuin käyttämisessä (vasen reuna; huom. ei suora käänös) tapahtuviin murroksiin, ja tämä toimii myös ohjenuorana tässä raportissa: kyse ei ole pelkästään teknologioiden luettelosta ja niiden kypsyydestä, vaan myös markkinan kyvystä ja mahdollisuudesta hyödyntää kutakin ratkaisua! Vähän toisenlainen teknologioiden tarkastelun työväline on Gartnerin (2020) nk. hype -käyrä, jota esittelemme liitteessä 2. Tässä työssä ei ole mahdollista käydä yksityiskohtaisesti kiinni kaikkiin kuvassa 1.11 nimettyihin teemoihin, mutta olemme pyrkineet nostamaan

niistä sellaisia teemoja, joiden vaikutus on suurin ja toteutus lähempänä, kuten BigData, IoT ja tekoäly (Artificial Intelligence) teknologiapuolelta sekä kestävä kehityksen mukaiset toiminnot, jakaminen ja yhteistyö sekä älykkään kontit. Teemat ovat osin valikoituneet myös Railgate Finland – Smart Hub Solutions -hankkeen sisältöjen mukaan.



Kuva 1.11. DHL:n Logistiikan Trendit -tutka (DHL 2020)

Tämän johdantoluvun jälkeen käsittelemme 2. luvussa trendejä omin sanoin ja sitten lyhyesti luetellen erilaisia teknologioita ja hyviksi havaittuja ratkaisuja. Luku 3 on enemmän yhteenvetoa ja tuloksia siitä, mitä älykäs digitaalinen kuljetusketju voi olla lähitulevaisuudessa, ja 4. luvussa on sitten käytännön askelmerkkejä sen saavuttamiseen lyhyemmällä aikavälillä (tiekartta), mutta myös pidemmän aikavälin visiota kohti tulevaisuuden kuljetusjärjestelmää (Fyysisen Internetin Visio), jossa digitaaliset älykkäät sovellukset yhdistyvät ekologisesti kestäväan ajatteluun.

Lukua 3 voidaan tavallaan pitää tämän raportin päätuotoksena ja -tuloksena. Sen jatkeena oleva luku 4 tuo kuitenkin tärkeän oman lisämausteensa siihen, eli toteutettavuuden ja edelleen vähän pidemmän aikavälin perspektiivin. Jos työ varsinaisesti asemoituu 3-5 tulevaisuuskuvaan (vuosiin 2024-2026 asti) (luvussa 3), niin luku 4 on sitten enemmän 2030-luvun teemoja. Toisaalta raporttia voi lukea myös eräänlaisena koosteena ja idealähteenä erilaisista asioista inspiroimaan lukijaa erilaisiin vaihtoehtoihin ja näkökantoihin kuin lopullisena ohjeena älykkään digitaalisen logistiikan käyttöönotolle (eri perspektiiveistä; koska perspektiivejä on monta esim. lähettäjä-vastaanottaja, logistiikkapalveluntarjoajat ja viranomaiset, jokaiselle tulisi olla oma käyttöönotto-ohjeistuksensa).

Näitä raportin 2, 3 ja 4 lukujen teemoja ja sisältöjä voisi ajatella myös Helmisen ja Saarikosken (2020) havaintojen mukaisesti "kypsyytasoina" heidän arvioidessaan Suomen satamien sijoittuvan tasolle 2 satamien digitalisaatiossa Rotterdamin sataman ja Britannian satamaliiton mallissa:

1. taso – yksittäisten satamatoimijoiden toiminnan digitalisaatio: toimijat digitalisoivat ja kehittävät omia prosessejaan.
2. taso – satamayhteisön eri toimijoiden ja toimintojen integroituminen: toimijoiden tiedonvaihto keskeinen osa digitalisaatioprosessia.

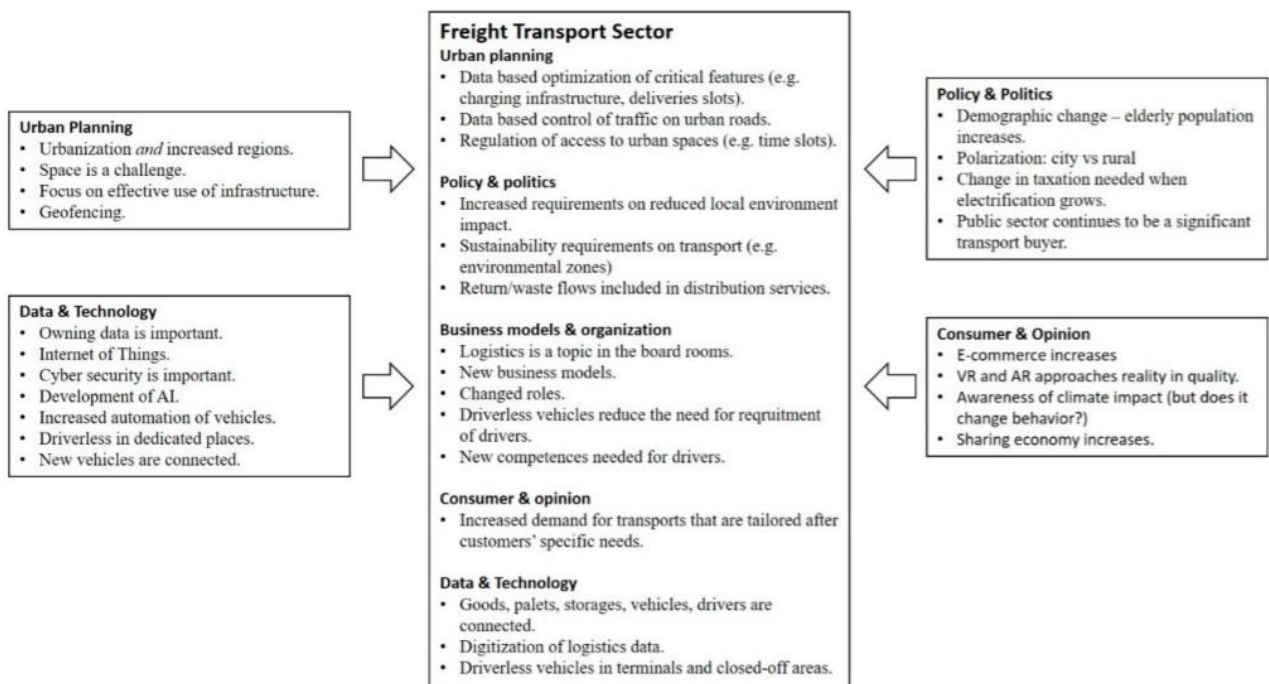
3. taso – logistiikkaketjun integroituminen sataman ulkopuolisten toimijoiden kanssa: tiedonvaihto laajentunut satamayhteisöstä sataman ulkopuolisiin toimijoihin.

4. taso – globaali satamien tiedonvaihto osana globaaleja logistiikkaketjuja: satamat ovat keskenään verkottuneita muodostaen digitaalisen ovelta-ovelle -logistiikkaketjun.

Heidän mukaansa ylemmille tasoille siirtyminen ja hyötyjen realisoiminen edellyttävät kehitysaskelia datan ja tiedon jakamisessa, mutta suomalaisissa yrityksissä ei kuitenkaan nähdä tätä datanvaihtoa kilpailuetuna samalla tavalla kuin sitä hyödynnetään verrokkimaissa (ks. Sitran vertailu FI, SE, DE, NL).

Jos em. kypsyyssmallia yleistetään kuljetus- ja toimitusketjuun satamien ulkopuolelle, jaottelu ja niiden saavuttamisen aikataulutavoitteet voisivat olla esimerkiksi seuraavan kuvan mukaiset, jolloin tämän työn 3. luku asettuisi mallissa kypsyytasolle 3, ja luku 4 sitten tavoitteena vastaavasti tasolle 4. Hypoteesina olkoon tällä hetkellä, että suuri osa toimijoistamme on kypsyytasolla 1 tai korkeintaan 2. Toisaalta tarkkuuden parantamiseksi kypsyystasoja olisi hyvä jakaa hieman tarkemmin, jolloin esimerkiksi kuvan 2.3 6-portainen asteikko luvussa 2.1 toimisi karkeana suuntaviivana; älykkyyttä lisääntyä siirtyessämme ylimmille portaille.

Tuoreessa ruotsalaistutkimuksessa (Pernestål ym. 2021) pohdittiin digitalisaation vaikutusta maantiekuljetusten kehittymiseen. Tässä ei mennä muuten syvemmälle ko. selvitykseen, mutta nostetaan esille kuitenkin sen viitekehys alla olevassa kuvassa: siinä on lueteltu useita dataan ja teknologiseen kehitykseen liittyviä seikkoja ja hahmotettu niitä toimialan ja ympäröivän yhteiskunnan näkökulmista. Tämäkin raportti vastaa ”älykkään logistiikan digitalisointiin” useamman toimialan ja toimijan sekä yhteiskunnan näkökulmista.



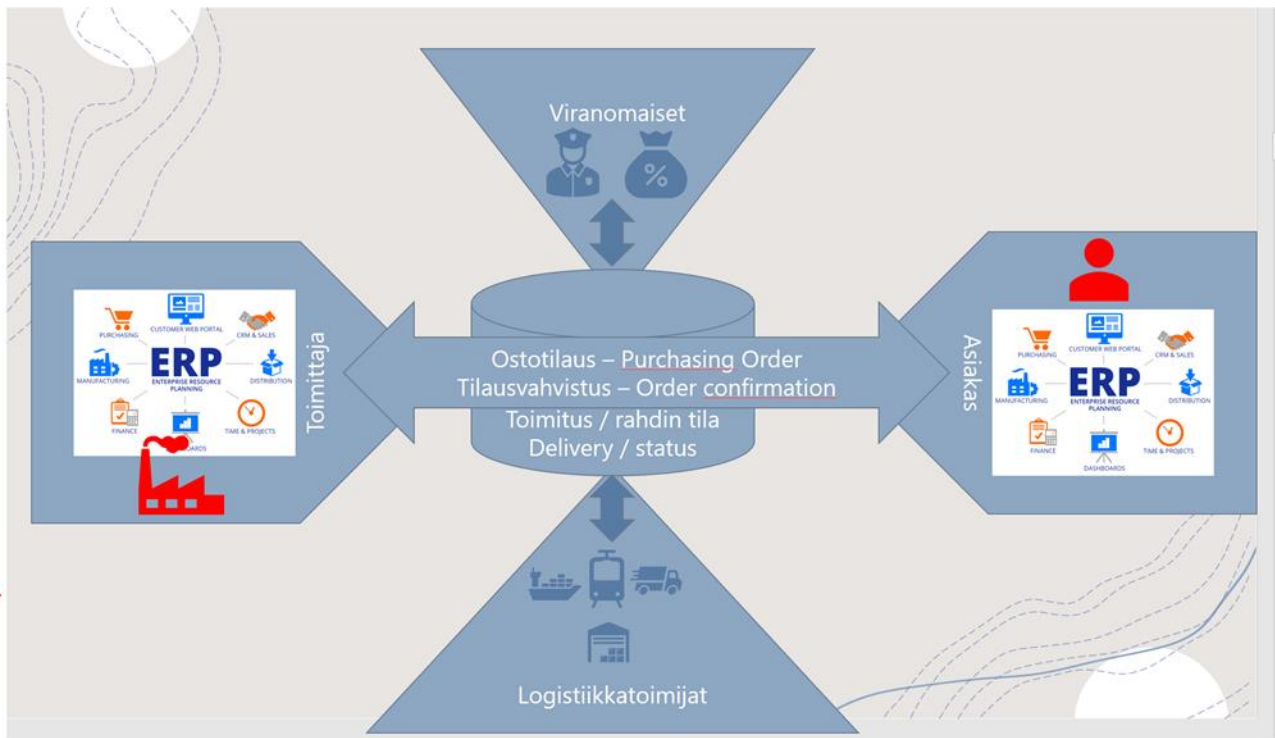
Kuva 1.12. Maantiekuljetustoiminnan digitalisoinnin viitekehys. (Pernestål ym. 2021).

Koska raportin otsikossa on ”älykäs” digitaalisen logistiikan lisäksi, raportin tulee jollakin tavalla vastata myös parempiin toimintamalleihin (esim. globaalien haasteiden ratkaisuna Fyysinen Internet) tai datan kehittyneempään hyödyntämiseen kuin nykyisin tehdään. Tämä näkyy myös kirjallisuuskatsauksissa, joissa viitataan niin Tulevaisuuden tehtaan logistiikkaan (Lahtinen 2020) kuin muutenkin neljanteen teolliseen vallankumoukseen ”Industry 4.0”. Teollisuus 4.0 ja Logistiikka 4.0 ovat joustavampia ja ketterämpiä kuin

edeltävä sukupolvi eli tavallaan ”älykkäitä” järjestelmiä. Englanninkielisistä termeistä tämän raportin kuvaaman digitaalisen logistiikan pitäisi olla siis jollakin tapaa ”smart” tai ”intelligent”.

1.5 Raportin asemointi ja lukuohjeita

Logistiikka on kokonaisuus, jota meidän tulee kyetä tarkastelemaan erilaisista perspektiiveistä. Kuljetusketju on yksi osa logistiikkaa – ja siinäkin itsessään on jo monta eri osapuolta: lähettäjä-vastaanottaja, tyypillisesti logistiikkakumppani, kuten kuljetusliike ja/tai huolitsija sekä viranomaiset, kun tavaroiden kuljetus tapahtuu samassa liikennejärjestelmässä kuin muukin kulkeminen. Oheiseen kuvaan 1.13 on vedetty yhteen erilaisia lähestymistapoja. Siitä voimme hahmottaa myös tämän raportin asemointia: pyrimme vastaamaan kaikkiin näihin kolmeen eri perspektiiviin, toki huomattavasti erilaisin painoarvoin.

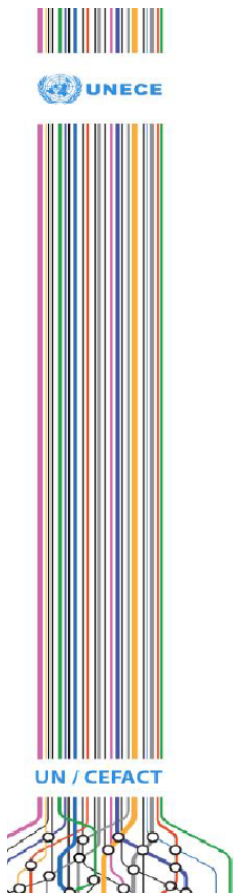


Kuva 1.13. Näkökulmia kuljetusketjuun tässä raportissa.

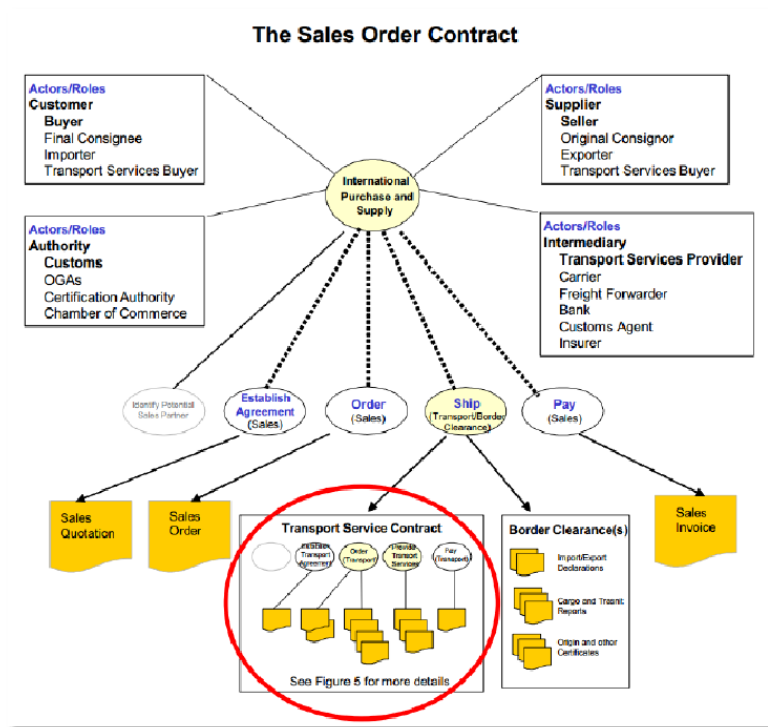
Logistiikan kehittämisessä kuulemme usein alan palveluntarjoajia. Heillä onkin varmasti hyvä tuntuma asiakkaiden tarpeisiin ja alan kehitykseen. Älykkään logistiikan digitalisoinnin hyödyt kertyvät kuitenkin usein varsinaiseen tilaus-toimitusketjuun, jossa toimijoina ovat lähettäjä ja vastaanottaja. Siksi logistiikan kehittämiskokonaisuudessa ”rahdinantajan” perspektiivi onkin tärkeä. Tämä ei tarkoita sitä, etteikö digitalisoinnista ole hyötyä myös logistiikkapalveluun tai viranomaisille, mikä onkin mallimme 3. näkökulma, mutta kokonaisyödyt toimintojen optimoinnissa resursseja allokoimalla ja jopa uusia liiketoimintamalleja luomalla ovat vielä suurempia varsinaisessa toimitusketjussa kuin ”pelkästään tehostuminen” kuljetuspalvelun tuottamisessa. Sekin on toki erittäin merkittävä asia.

Kuvan 1.13 mukaan lähdemme siis purkamaan logistiikan digitalisaatiota (ja älykkyyttä) kolmesta eri näkökulmasta: varsinaiset tilaus-toimitusketjun osapuolet (ostaja ja myyjä), logistiikkapalvelun tarjoaja (kuljetusliike ja/tai huolitsija) sekä viranomaiset. Osa teemoista on kirjoitettu jäljempänä raportissa niin, että sama tieto (esim. tunnistusteknologiasta) voi olla relevantti kaikkiin perspektiiveihin, mutta olemme pyrkineet etsiköinnillä ja kappalejaoilla jonkin verran helpottamaan erilaisten näkökulmien hahmottamista.

Esimerkiksi logixdigi -ajatteluun pohjautuvaa viranomaistietoa käsitellään omassa luvussaan 3.4. Toki sen sisältö on hyödyllistä myös logistiikkapalveluntarjoajille. Kuvassa 1.14 todetaan, että koko teema lähtee liikkeelle tilaajan eli tavaran vastaanottajan tekemästä ostotilauksesta. Vaikka raporttimme käsittelee logistiikkaa, siinä on syytä kuten muussakin logistiikan kehitystyössä ottaa huomioon se ostajan ja myyjän välinen toimitusketju, jota olemme palvelemissa. Samalla tavalla kuin riskienhallinnassakin myyjän ja ostajan välinen kauppasopimus määrittelee toimituslausekkeen (esim. INCOTERMS 2020 pohjalta) ja siten kuljetuksista vastuullisen tahon vaaranvastuineen, myös älykkään digitaalisen ketjun kehittämisessä tulee havaita ne ostajan ja myyjän järjestelmät, joissa tilaukset tehdään ja käsitellään.



It all starts with the Sales Order Contract



Kuva 1.14. Ostotilaus ohjaa lähetystä, kuljetusta ja vastaanottoa. (GS1 2021)

Toimitusketjun seurattavuus ja läpinäkyvyyden vaatimus koskee lähes kaikkia materiaali- ja tuotevirtoja. **Läpinäkyvyys** toimitusketjussa vaatii kehittyneitä **sanomavälitysratkaisuja ja verkkosivustopohjaisia sovelluksia, jotta materiaalien toimittajat kumppaneineen voivat toimia täsmällisesti**. Yritykset pyrkivät laajasti soveltamaan lean-periaatteita tuotantotoiminnassa ja materiaalivirran täytyy olla erittäin tarkasti rytmitettyä, jotta varastotasojä voidaan pitää sopivan alhaisina. Sanomavälitysratkaisuilla on myös olennainen merkitys toiminnan tehostamisessa. Läpinäkyvyydellä tarkoitetaan toimitusketjun hallinnassa vielä yleisemmin vastuullisuuteen ja riskien hallintaa liittyviä teemoja sekä suojautumista nk. piiskavaikutukselta, ja kokonaisuudesta onkin kirjoitettu paljon muissa aineistoissa (ml. Lahtinen 2016, jossa kokonainen liite käsittelee tätä ”toimitusketjuyhteistyöteemaa”).

Tiedonvaihdon automatisoinnilla vältetään tietojen moninkertaiselta syöttämiseltä eri järjestelmiin. Jotta sanomavaihto yritysten välillä olisi mahdollisimman suoraviivaista, eri tahojen toimesta on luotu **sanomastandardeja**, joita noudattamalla yritysten järjestelmien rajapintoja voidaan tehdä yhdenmukaisiksi. Tässä raportissa on melko paljon standardisointiin liittyvää sisältöä. Silti tämä ”tekninen” detaljitason kuvaus

ei saisi peittää edellä olevan ”strategisemmän tason eli varsinaisen toimitusketjun merkittävyyttä, jossa varmistetaan materiaalitoimintojen sujuvuus ja tehokkuus. Viimeksi mainittu kun pitää tänä päivänä sisällään merkittävät joustavuusvaatimuksetkin.

Logistiikkayritykset ovat pyrkineet myös tarjoamaan asiakkailleen erilaisia sähköisiä palveluja. **Sähköiset kuljetustilaukset, asiakirjojen hallinta ja kuljetusten seuranta** ovat jo varsin yleisiä. Myös kuljetusyritysten yhteisiä verkkopalveluja on kehitetty. Tämä ei tarkoita sitä, etteikö digitalisointi jatkuisi edelleen ja etteikö siinä sektorissa olisi kehitettävää.

Tulevaisuudessa on todennäköisesti entistä enemmän ja uusilla tavoilla **sovellettua robotiikkaa ja automatiikkaa tuotannossa ja varastoissa**. Robotit tulevat työntekijöiden rinnalle hoitamaan kokoonpano- ja keräilytehtäviä. Erilaiset ilman kuljettajaa ohjautuvat ajoneuvot ja lentolaitteet saattavat tulla käyttöön jossakin määrin. Osa valmistuksen piensarjoista toteutetaan jo nykyisin 3D-printtereillä. Olemme kuitenkin rajanneet tätä kokonaisuutta pois raportistamme voimakkaasti, kun siitä on juuri tehty kattava kooste (Lahtinen 2020) omana kokonaisuutenaan ”teollisuuden digitaaliseen uudistumiseen” tähtäävässä hankkeessa, joka nimenomaan keskittyy tehtaan logistiikkaan. Siksi tästä on rajattu pois myös paljon asioita, kuten esim. virtuaali- ja laajennettu todellisuus. Laajennetun todellisuuden teknologiaa sovelletaan myös logistiikassa – **älylaseja** käytetään varastotehtävien tehostamisessa jo nykyisin joissakin eurooppalaisissa yrityksissä. Virtuaaliodellisuuden sovellusalueena logistiikassa ovat olleet lähinnä erilaiset koulutusympäristöt. Toisaalta esittelemäämme 5G:n sovellusta satama- ja terminaali-alueille (luku 3.6) voidaan tavallaan pitää tähän kategoriaan kuuluvana.

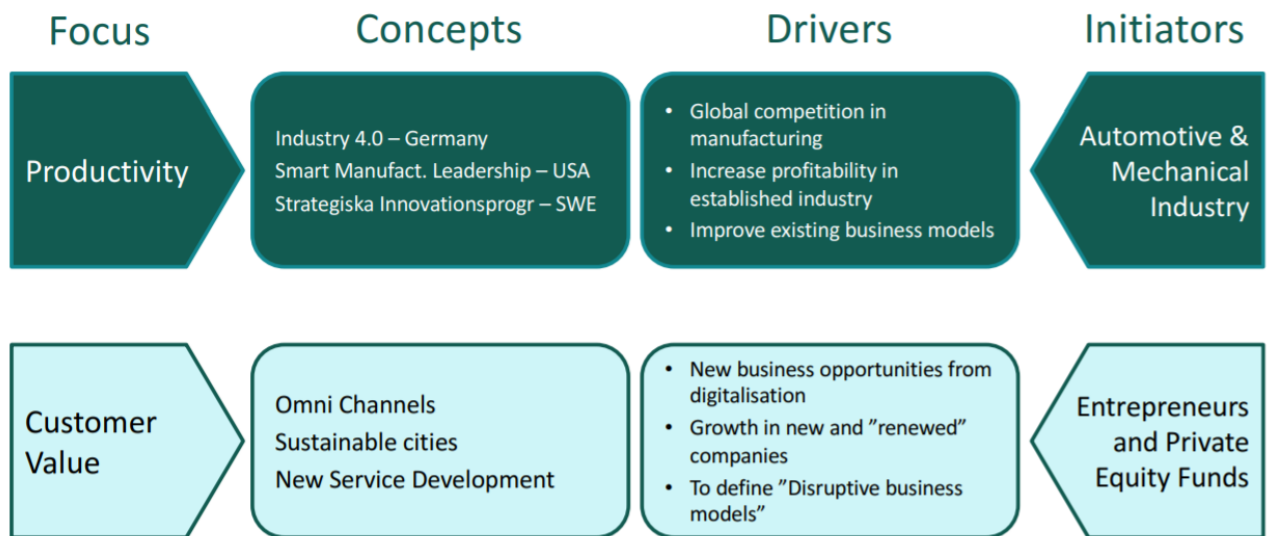
Lisääntyvä **verkkokauppa** on muuttanut jakeluketjuja, ja logistiikkatoimintojen suunnittelussa ja toteutuksessa varaudutaan tämän trendin jatkumiseen. **Jakamistalouden** sovellukset tulevat muuttamaan jossain määrin erityisesti kotitalouksien logistiikkaa: **älypuhelinsovellusten ja verkkopalvelujen avulla** voidaan jakaa ajoneuvoja, kyytejä, tavarakuljetuksia ja varastotiloja. Jakamistalous saattaa vähentää myös kuljetustarvetta yleisemminkin, koska näin voidaan vähentää uusien tavaroiden valmistusta. Kestävän kehityksen periaatteet näkyvät myös tarpeena seurata materiaalivirran hiilijalanjälkeä ja tähän tarkoitukseen voidaan käyttää monipuolisesti tietojärjestelmiä ennakkosimuloinnilla sekä erityisillä päästöjä seuraavilla ja raportoivilla järjestelmillä.

Esimerkkejä älykkästä logistiikasta:

- EU, valtiot ja kaupungit ovat rakentaneet simulointimalleja tie- ja rataverkkojen liikennemääristä sekä terminaalijainneista investointipäätösten tueksi.
- Yritykset voivat mallintaa ja simuloida tilaus-toimitusketjun rakennetta, esimerkiksi varastojen sijaintien ja kuljetusreittien eri vaihtoehtoja.
- Simulaatioita ja simulaattoreita voidaan käyttää myös kuljetusten tai nosturien käytön oppimiseen.
- Tuotantolaitosten ja terminaalien mallinnuksen avulla voidaan vertailla eri layout-vaihtoehtoja ja arvioida soveltuvaa (varasto)automaatiota sekä tarvittavien työkoneiden määriä.
- Tulevia tuotanto- ja kuljetusmääriä voidaan ennustaa keräämällä internet-pohjaisilla sovelluksilla myyntiennusteita eri myyntikanavista sekä hanketietokannoista.
- Varastojen keräilytoimintaa voidaan tehostaa viivakoodi- ja tägiratkaisuilla tai puheohjatulla keräilyllä, jossa työntekijä (tai keräilyrobotti) saa keräilytehtäviä kuulokkeisiin.

- Laivan lastitilaan, junanvaunuun, perävaunuun tai konttiin lastattavan tavaran määrää ja sijoittelua voidaan optimoida ohjelmistoilla.
- Kuljetusreititystä ja käytettävää kalustoa (ja henkilötyötä) voidaan optimoida ohjelmistoilla.
- Tietojärjestelmistä voidaan seurata raporttien tai analyysiohjelmistojen avulla tavarantoimittajien toimitustäsmällisyyttä.
- Tieliikenteen seuranta ja ohjausta hallitaan tieliikennekeskusten kautta esimerkiksi säätämällä keskeisillä tieosuuksilla sähköisten nopeusrajoitustaulujen avulla nopeusrajoituksia sääolosuhteiden mukaan. Samaa tehdään tietysti junaliikenteessä.
- Laivaliikenteen turvallisuutta tukevien järjestelmien avulla alukset näkevät toistensa sijainnin, vauhdin ja suunnan, ja samalla alusvalvontakeskukset voivat tarkastella liikennetilannetta ja varoittaa mahdollisesta vaaratilanteesta.

Abrahamsson (2020) korostaa esityksessään kahta erilaista näkökulmaa logistiikan digitalisaatioon: tuottavuus ja asiakkaan kokemus arvo. Tämä sama periaate näkyy monessa muussakin raportissa, jota olemme siteeranneet tässä selvitystyössä (ml. Chan ym. 2018 ja Kersten ym. 2017). Tuottavuus tulee digitaalisten ratkaisujen, kuten teollisen Internetin hyödyntämisestä, ja siihen ohjaa erityisesti kustannuspaineet kiristyvässä globaalissa kilpailussa. Asiakasvaatimukset esimerkiksi räätälöinnistä aiheuttavat paineita myös tuottavuudelle, jota voidaan hallita paremmin täsmällisemmin datan avulla, mutta silloin onkin jo kyse paljolti asiakkaan kokemasta lisäarvosta.



Kuva 1.15. Lähestymistapoja logistiikan digitalisaatioon. (Abrahamsson 2020).

Raportin asemoinnin kannalta tuottavuus ja lisäarvo -jako on jopa liian epätarkka. Digitalisointi ja datan haltuunotto logistiikassa kun voivat ensin johtaa täsmällisempään ja laadukkaampaan toimintaan, sitten joustavuuteen ja ketteryuteen, jotka voivat näkyä myös tuottavuuden paranemisena tai parempana asiakastyytyväisyytenä, jotka molemmat voivat edelleen heijastua kannattavuuteen. Chan ym. (2018) käyttävät vastaavaa jakoa pohtiessaan digitalisoinnin vaikutusta huolinta-alan tehtäviin, mutta kuvaavat hieman yksityiskohtaisemmin, mitä parempi asiakaspalvelu tai tuottavuus käytännössä ovat ja miten ne ilmenevät huolintapalveluissa (ks. kuva 1.16).



Kuva 1.16. Huolinta-alan digitalisoinnin vaikutukset. Chan ym. 2018.

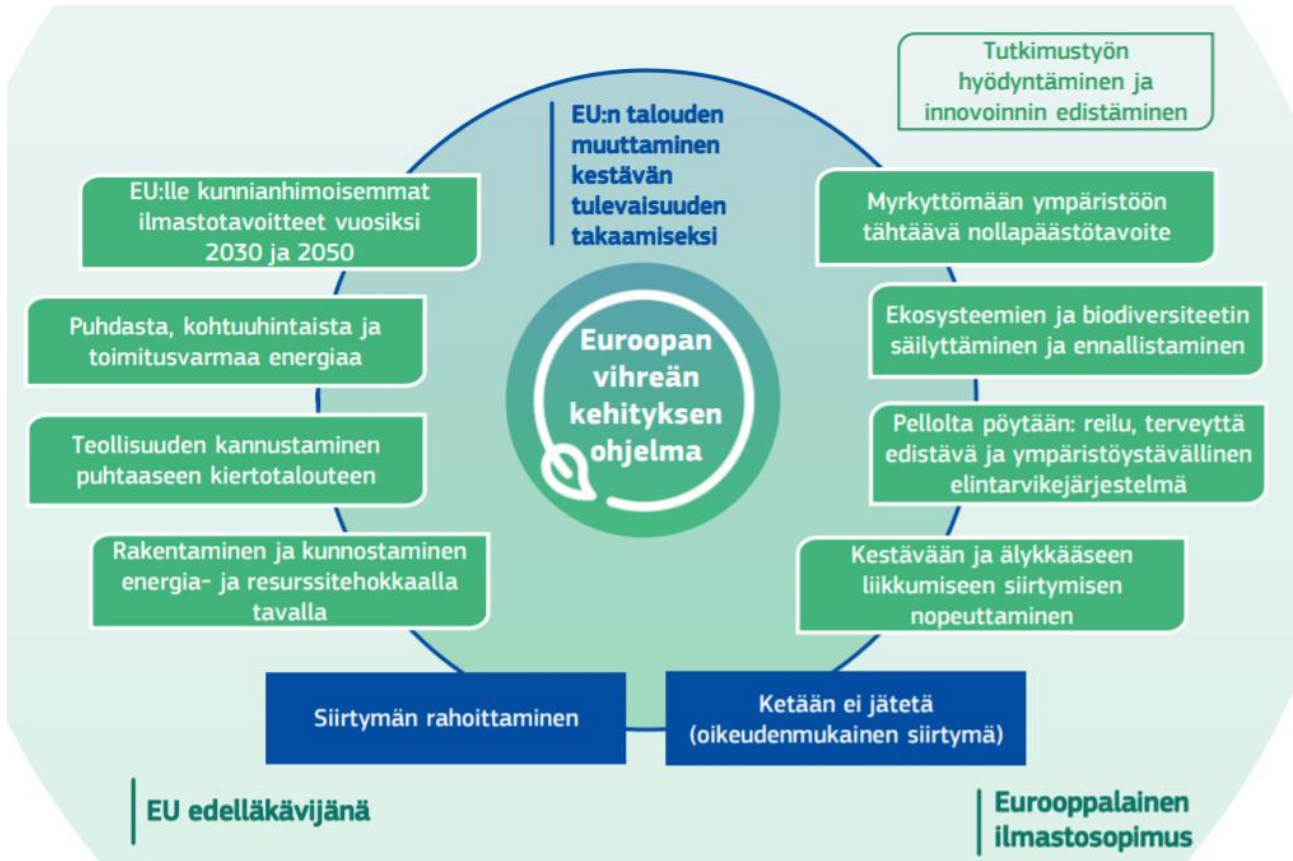
Siinä missä logistiikka kuvataan yhteiskunnallisella tasolla yleisimmin kustannuksena tai työpaikkojen lukumääränä, logistiikalla ja toimitusverkostoilla on merkittävä vaikutus asiakastytyväisyyteen, tuottavuuteen ja yritysten menestymiseen tuomalla tuotteet oikeaan aikaan oikeaan paikkaan (Islam et al. 2013 & Winkelhaus ja Grosse 2020). Tämä "place utility" on tärkeä siinä missä tuotannon "form utility" tai markkinoinnin antama pääsoikeus "possession utility" tuotteeseen. Hyväkään tuote tai osuva markkinointi eivät riitä menestymiseen, jos yrityksellä ei ole kykyä toimittaa sitä asiakkaan haluamana ajankohtana sovittuun paikkaan. Logistiikka siis vaikuttaa asiakaspalveluun ja asiakastytyväisyyteen, koska logistiikka vaikuttaa useisiin komponentteihin, kuten hintaan, laatuun, valikoimaan ja toimitusaikoihin (Winkelhaus ja Grosse 2020), eli logistiikalla on yhtä aikaa sekä markkinoinnin että tuotannon ominaisuuksia (Kent ja Flint 1997). Jos aiemmin ajateltiin, että markkinointi antaa lupauksia ja logistiikka lunastaa ne, nykyisin voidaan nähdä niinkin, että "teollisuusyritys, joka ei erityisesti kehitä ja hyödynnä logistiikan tehokkuutta, menettää kilpailukykyänsä" (Tracey 1998). Käytännössä logistiikan digitalisointi on välttämätöntä, että yritys pärjää tulevaisuuden kilpailussa – olipa kyse sitten tehokkuuden tai asiakastytyväisyyden varmistamisesta!

Liikenne- ja logistiikkasektori on merkittävä meille suomalaisille, mutta vielä suurempi osuus logistiikka-alan työpaikoille ja palveluviennille saattaa olla Virossa, jossa on laskettu sektorin osuus jopa 18% BKT:sta ja noin 10% työpaikoista (ks. Mering ym. 2021). Siksi onkin hyvä, että ymmärrämme Viron tunnustaneen alan merkityksen itselleen ja yrityksilleen, ja meillä on ollut tässä työssä mahdollisuus myös tutustua heidän logixdigi -ajatteluunsa (luku 3 "liitynnän viranomaisjärjestelmiin) sekä pohtia vastaavien mallien soveltamista meillä Suomessa.

1.6 EU:n kestävän ja älykkään liikenteen strategia joulukuussa 2020

Euroopan komissio esitteli joulukuussa 2020 kestävää ja älykästä liikkuvuutta koskevan strategiansa sekä 82 aloitteesta koostuvan toimintasuunnitelman, joka ohjaa komission työtä seuraavien neljän vuoden ajan. Strategialla luodaan perusta, joka auttaa EU:n liikennejärjestelmää toteuttamaan vihreän ja digitaalisen

muutoksen ja selviytymään paremmin tulevista kriiseistä. Kuten Euroopan vihreän kehityksen ohjelmassa (ks. kuva 1.17 alla) todetaan, tuloksena saadaan 90 prosentin päästövähennykset vuoteen 2050 mennessä. Tähän päästään älykkään, kilpailukykyisen, turvallisen, esteettömän ja kohtuuhintaisen liikennejärjestelmän avulla. Tämä osio perustuu EU-komission julkaisuun 9.12.2020 – ja on siitä sovitettu Smart Hub Solutions -hankkeen raportin tarpeisiin. Raporttimme fokus itsessään on hieman eri kuin ”kestävän ja älykkään liikenteen strategia”, joten tässä lueteltavia teemoja käsitellään myöhemmin vain valikoiduin osin tässä raportissa – ja joitakin kohtia siitä on käsitelty samanaikaisesti toisessa raportissamme (Lahtinen, Lehtinen & Tapio 2021). Liikenneteemat konkretisoituvat enemmän luvun 4 visiossa tulevaisuuden kuljetusjärjestelmästä ”Fyysisessä Internetissä”, jonka toteutuminen vaatii sekä digitaalisten että fyysisten kuljetusketjujen ja -muotojen yhteensovittamisen.



Kuva 1.17. Euroopan vihreän kehityksen ohjelma (Euroopan komissio 2019)

EU:n vihreän kehityksen ohjelman mukaisia ilmastotavoitteita ei voida saavuttaa, elleivät liikennealan päästöt käänny selkeään laskuun. Liikenteen osuus EU:n bruttokansantuotteesta on noin 5 %, ja se työllistää Euroopassa yli 10 miljoonaa ihmistä, joten liikennejärjestelmä on ratkaisevan tärkeä eurooppalaisille yrityksille ja maailmanlaajuisille toimitusketjuille. Samaan aikaan liikenne aiheuttaa yhteiskunnalle myös kustannuksia, kuten kasvihuonekaasu- ja epäpuhtauspäästöjä, melua, liikenneonnettomuuksia ja ruuhkia. Liikenteen päästöt muodostavat nykyisin noin neljänneksen EU:n kaikista kasvihuonekaasupäästöistä. Toisaalta tämän raportin mukaisella digitalisoinnilla katsomme varsinaista kuljettamista pidemmälle mm. lähettäjän ja vastaanottajan tietojärjestelmiin, jolloin ”vihreän kehityksen ohjelman” painopistealueista myös muihin kuin pelkkään ”liikenteeseen” pystytään vastaamaan.

Tämä pyrkimys liikenteen muuttamiseen tapahtuu aikana, jolloin koko ala vielä kärsii koronaviruspandemian vaikutuksista. Kun ajoneuvokannan ja infrastruktuurin nykyaikaistamiseen ja viherryttämiseen suunnatut julkiset ja yksityiset investoinnit lisääntyvät ja sisämarkkinat vahvistuvat, meillä on nyt historiallinen tilaisuus

tehdä Euroopan liikenteestä maailmanlaajuisesti paitsi kestävämpää myös kilpailukykyisempää sekä lujittaa sitä tulevien häiriöiden varalta. Tämän kehityksen pitäisi kuitenkin hyödyttää kaikkia: on ratkaisevan tärkeää, että liikkuvuus on kaikkien saatavilla ja kohtuuhintaista, että maaseutualueiden ja syrjäseutujen yhteydet säilyvät ja että ala tarjoaa hyvät sosiaaliset olosuhteet ja houkuttelevia työpaikkoja. Kuten liikennepolitiikan valkoinen kirjakin 2011, tämäkään ei estä tavaroiden - tai ihmisten - liikkumista, vaan pyrki tehostamaan niitä erityisesti yhdistämällä eri kuljetusmuotoja sekä hyödyntämällä digitalisaatiota.

EU:ssa on tarjottava vakaat puitteet yritysten vihreille investoinneille, joita niiden on tehtävä tulevien vuosikymmenien aikana. Erityisesti digitaaliteknologioihin kytkeytyy runsaasti mahdollisuuksia, jotka voivat tehdä kuljetuksista älykkäämpiä, tehokkaampia ja vihreämpiä. Samalla niiden kehittämiseen sisältyy merkittävä liiketoimintapotentiaali. Strategian täytäntöönpanon kautta luodaan tehokkaampi ja joustavampi liikennejärjestelmä, joka vie meitä vakaasti kohti Euroopan vihreän kehityksen ohjelman tavoitteiden mukaisia päästövähennyksiä.

1.6.1 Älykkään ja kestävä tulevaisuuden virstanpylväät

Kaikista liikennemuodoista on tultava kestävämpiä: vihreitä vaihtoehtoja on tultava laajalti saataville ja siirtymän vauhdittamiseksi on otettava käyttöön oikeanlaisia kannustimia. Konkreettiset välitavoitteet auttavat Euroopan liikennejärjestelmää kehittymään älykkääksi ja kestäväksi seuraavan aikataulun mukaisesti:

Vuoteen 2030 mennessä:

- 1) Euroopan teillä on liikenteessä vähintään 30 miljoonaa päästötöntä autoa
- 2) Euroopassa on 100 ilmastoneutraalia kaupunkia
- 3) suurnopeusrautatieliikenne kaksinkertaistuu Euroopassa
- 4) alle 500 km:n matkojen aikataulutetun joukkoliikenteen olisi oltava hiilineutraalia
- 5) automatisoitu liikkuvuus otetaan laajasti käyttöön
- 6) päästöttömät merialukset ovat valmiita markkinoille

Vuoteen 2035 mennessä:

- 1) päästöttömät suuret ilma-alukset ovat valmiita markkinoille

Vuoteen 2050 mennessä:

- 1) lähes kaikki henkilöautot, pakettiautot, linja-autot ja uudet raskaat hyötyajoneuvot ovat päästöttömiä
- 2) rautateiden tavaraliikenne kaksinkertaistuu
- 3) täysin toimiva multimodaalinen Euroopan laajuinen liikenneverkko (TEN-T), joka mahdollistaa kestävä ja älykkään liikkuvuuden sekä nopeat yhteydet

On mielenkiintoista huomata, että aiempaan – hyvin solmukohtiin ja intermodaalisuuteen painottuvan – valkoiseen kirjaan verraten, rautatiet ja intermodaalisuus ovat nyt 2050 tavoitteissa; Suomi ei ole kuitenkaan vielä millään tavalla mukana siinä vauhdissa, jota 2011 asetetut vaatimukset markkinoille tuovat. Siksi meidän kannattaa katsoa myös aiempaa kehitystä, ja muualla Euroopassa siihen tehtyjä toimenpiteitä.

1.6.2 Kymmenen keskeistä toiminta-alaa vision toteuttamiseksi

Tavoitteiden toteuttamiseksi strategiassa yksilöidään 10 keskeisellä toiminta-alalla yhteensä 82 aloitetta ("lippulaivahankkeet"), joista kukin sisältää konkreettisia toimenpiteitä. Niin tämän selvityksen kuin rinnakkaisen "vienti- ja tuontihub" -raportin (Lahtinen, Lehtinen & Tapio 2021) kannalta kannattaa katsoa myös pääluokat "kestävyys, älykkyyys ja häiriönsietokyky". Eli pyrimme myös näillä työkokonaisuuksillamme tukemaan logistiikan digitalisointia niin, että sen sisältämä älykkyyys mahdollistaisi kestävämmät ja häiriöitä paremmin sietävät kuljetukset (ja toimitukset).

Kestävyys

Kestävyyden toteutuminen liikenteessä tarkoittaa käytännössä seuraavaa:

- 1) Edistetään päästöttömien ajoneuvojen, alusten ja lentokoneiden, uusiutuvien ja vähähiilisten polttoaineiden sekä niihin liittyvän infrastruktuurin käyttöönottoa esimerkiksi asentamalla 3 miljoonaa julkista latauspistettä vuoteen 2030 mennessä.
- 2) Tehdään lentoasemista ja satamista päästöttömiä esimerkiksi uusilla aloitteilla, joilla edistetään kestävien polttoaineiden käyttämistä lento- ja meriliikenteessä.
- 3) Tehdään kaupunkien välisestä ja niiden sisäisestä liikenteestä terveellistä ja kestävää esimerkiksi kaksinkertaistamalla suurnopeusrautatie liikenne ja lisäämällä pyöräilyinfrastruktuuria seuraavien 10 vuoden aikana.
- 4) Lisätään tavaraliikenteen ympäristöystävällisyyttä esimerkiksi kaksinkertaistamalla rautateiden tavaraliikenne vuoteen 2050 mennessä.
- 5) Lisätään hiilen hinnoittelua ja tarjotaan käyttäjille parempia kannustimia esimerkiksi toteuttamalla kattavasti toimenpiteitä oikeudenmukaisen ja tehokkaan hinnoittelun varmistamiseksi kaikessa liikenteessä.

Älykkyyys

Innovointi ja digitalisaatio vaikuttavat siihen, miten matkustajat ja rahti liikkuvat tulevaisuudessa, jos oikeanlaiset edellytykset toteutuvat. Strategiassa esitetään seuraavia toimia:

- 6) Tehdään verkotetusta ja automatisoidusta multimodaaliliikenteestä todellisuutta esimerkiksi antamalla matkustajille mahdollisuus ostaa lippuja multimodaalimatkoihin ja mahdollistamalla rahdin siirtyminen saumattomasti eri liikennemuotojen välillä.
- 7) Edistetään innovointia sekä datan ja tekoälyn käyttöä älykkäämmän liikkuvuuden tukemiseksi esimerkiksi antamalla täysi tuki miehittämättömien ilma-alusten käyttöönotolle ja toteuttamalla lisätoimia yhteisen eurooppalaisen liikkuvuuden data-avaruuden luomiseksi.

Häiriönsietokyky

Liikenne on ollut yksi Covid-19-pandemian pahiten koettelemista aloista, ja monilla alan yrityksillä on valtavia toiminnallisia ja taloudellisia vaikeuksia. Tämän vuoksi komissio sitoutuu seuraaviin:

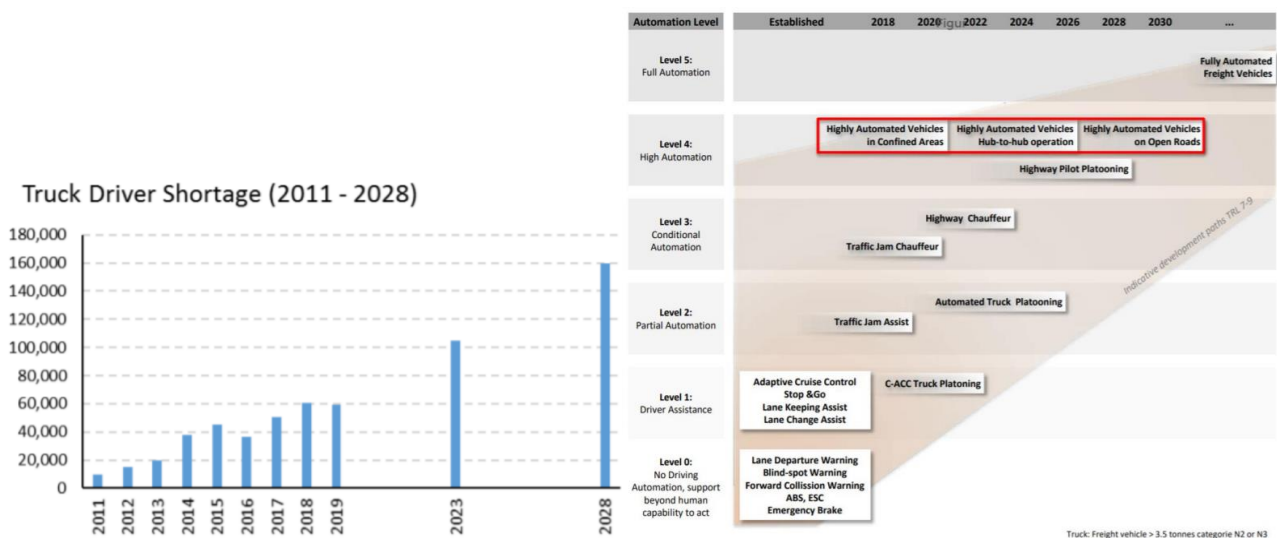
- 8) Vahvistetaan sisämarkkinoita esimerkiksi tehostamalla toimia ja investointeja Euroopan laajuisen liikenneverkon (TEN-T) toteuttamiseksi vuoteen 2030 mennessä, ja tuetaan alan elpymistä aiempaa paremmaksi lisäämällä sekä julkisia että yksityisiä investointeja ajoneuvokannan nykyaikaistamiseen kaikissa liikennemuodoissa.
- 9) Tehdään liikkuvuudesta oikeudenmukaista kaikille esimerkiksi tekemällä uusista liikkuvuusratkaisuksista kohtuuhintaisia ja saavutettavia kaikilla alueilla ja kaikille

matkustajille, myös liikuntarajoitteisille, ja tekemällä alasta työntekijöiden kannalta houkuttelevampi.

- 10) Parannetaan kaikkien liikennemuotojen liikenneturvallisuutta muun muassa saattamalla liikennekuolemien määrä lähelle nollaa vuoteen 2050 mennessä.

2 MARKKINATILANNE JA SAATAVILLA OLEVIA TEKNOLOGIOITA

Tämä pääluke käsittelee hieman toimitusketjun historiaa (alaluku 2.1), arvioi sen jälkeen nykyistä ja lähivuosien toimintaympäristöä (alaluku 2.2) sekä etenee siitä saatavilla oleviin teknologioihin niin ”teollisen internetin (IoT = Internet of Things, Asioiden Internet) antureihin” kuin ohjelmistoihinkin aina kyberuhkineen (alaluvut 2.3- 2.10). Erytispaino on suurelta osin datassa ja sen standardisoinnissa siten, että tarvittavat tiedot ovat eri osapuolten käytettävissä oikein. Siksi antureista saatavan tiedon (alaluku 2.4) etupuolella on tietorakenteita ja ”yksilöinnin” standardit. Alaluvut eivät välttämättä ole aivan tasapainoisia keskenään, vaan tässä onkin lueteltu teemoja siinä laajuudessa kuin julkaisukelpoista aineistoa on sopivasti ollut saatavilla. Luvun loppuosassa on yhteenvetoa (alaluku 2.11) teknologioista niiden relevanttiuden, käytön yleisyyden ja kasvunäkymien mukaan, ja siinä näkyy myös sellaisia sisälogistiikan teknologioita, jotka on muuten rajattu selvyden vuoksi ulos tästä muutoin ”kuljetusketjuun” fokuoituvasta raportista.



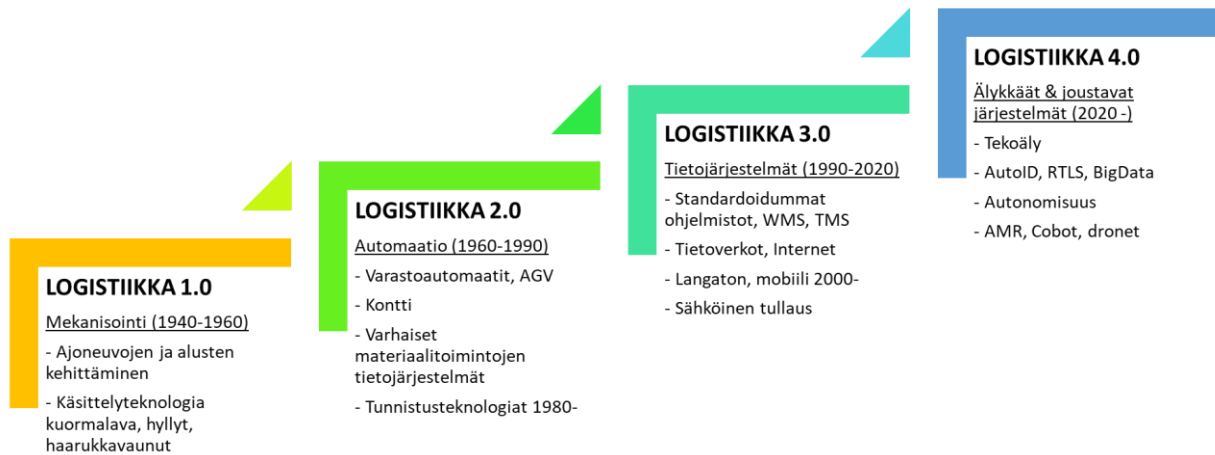
Kuva 2.1. Kuljettajapulan kehittyminen Yhdysvalloissa sekä autonomisen rahtikaluston kehitystasot aikajänteineen (Hu et al. 2019).

Tästä raportista on rajattu suurelta osin ulos kuljetuksissa itsessään tapahtuva teknologinen kehitys. Yllä olevat kuvat kuitenkin kertovat, että kuljettajia koskevan pulan ennustetaan pahenevan – mutta eräänä ratkaisuna siihen on autonomisten ajoneuvojen yleistyminen.

2.1 Toimitusketjun digitalisoinnin historiaa

Lahtinen (2020) on kuvannut Kartnigin ym. (2012) mallin pohjalta sisälogistiikan teknologioiden historiaa ja jatkanut sitä edelleen 2010- ja 2020- luvuilla tapahtuneilla ja ennustetuilla tapahtumilla. Kyseinen malli antaa tähänkin hyviä lähtökohtia ja siihen voi lukija tarvittaessa perehtyä. Samalla voi tutustua myös niihin kuvauksiin, joissa paljon yleisemmin käytössä olevaa Teollisuus 4.0 (Industry 4.0) -termiä avataan tuotannon ja teollisuuden kehityssukupolvina. Tässä edetään kuitenkin vähän suoraviivaisemmin kohti raportissa esiintyvää termiä ”Logistiikka 4.0”: mitä ne logistiikan kehityksen edelliset vaiheet ovat – ja miten tästä siirrytään sitten seuraavaan aikakauteen? Siinä missä tulevaisuuden logistiikka 4.0 nähdään älykkäämpänä ja joustavampana kuin nykyinen, meidän on hyvä ymmärtää ne toimintamallit ja teknologiaperusta, joihin nykyisin nojaututaan. Jo ennen nykyisiä tietojärjestelmiä (Logistiikka 3.0) logistiikassa on haettu työn tuottavuutta mekanisoinnista (Logistiikka 1.0) ajoneuvoja ja manuaalista käsittelyä kehittämällä sekä

varhaisemmalla automaatiolla (Logistiikka 2.0) kuvan 2.2 mukaisesti. Teknologioiden kehityksen luokittelu eri sukupolviin ja aikakausiin ei ole täysin yksiselitteinen tehtävä: toki näemme automaation yleistymistä nyt 2020-luvulla, mutta varsinaisen ”jäykän” varastoautomaation juuret ovat jo 50 vuoden päässä historiassa. Ehkä yksi syy varastoautomaation hitaalle yleistymiselle meillä Suomessa on markkinan pienuus ja voimakas lama 1990-luvun alussa, joka pysäytti silloin investoinnit; varastoautomaatio yleistyi Keski-Euroopassa jo tuolloin – ja he ovat edelleenkin ”koneenrakentajakansaa”.



Kuva 2.2. Logistiikan lyhyt historia kohti 4. sukupolvea.

Nykyinen älykäs ja joustava automaatio eroaa merkittäväällä tavalla aiemmista sukupolvista. Esimerkiksi mobiilirobotit (AMR, autonomous mobile robots) ja cobotit (yhteistyörobotit) mahdollistavat uudella tavalla joustavan ja ketterän tekemisen jopa koneen ja ihmisten kesken, joten yritykset voivat entistä paremmin vastata monipuolisiin asiakasvaatimuksiin. Vastaava autonomisuus tulee näillä näkymin jossakin vaiheessa myös varsinaisiin ajoneuvoihin ja siten kuljetuksiinkin, mutta sen yleistyminen menee tämän raportin suunnitteluperspektiivin ohi. Kovaa ydintä sen sijaan on automaattisen tunnistuksen (AutoID esim. RFID), reaaliaikaisen paikannuksen (RTLS) tai muiden tunnistus ja tiedonkeruuratkaisuiden (esim. tässäkin raportissa esiintyvän QR-koodin) hyödyntäminen Master Datan ylläpitämisessä ja BigDatan synnyttämisessä. Ja edelleen tämän datan hyödyntäminen parempien päätösten ja ohjaustratkaisuiden myötä. Tässä kohtaa tullaan viime vuosien keskeiseen avainkäsitteeseen tekoäly (AI, Artificial Intelligence). Tekoälyn rinnalla tai sen sijasta käytetään joissakin yhteydessä käsitettä koneoppiminen. Terminologisesti siis nimenomaan tämän ”äly” (smart, intelligence) on se ulottuvuus, joka erottaa Logistiikka 3.0 ja 4.0:n. Käytännön tasolla se näkyy mm. joustavampana ja ketterämpänä toimintana kuin aiempien sukupolvien massatuotantoon sovelletut ratkaisut (nyt pitää kyetä vastaamaan yhä erilaisempiin asiakastarpeisiin) ja kykyä liittää yhteen erilaisia järjestelmiä ”plug-and-produce” -mentaliteetilla ilman suuria ja kalliita integraatioita. Yksi tapa korostaa ”älyä” on myös erottaa mahdollisuudet luoda uusia toimintamalleja ja lisäarvoa, ei pelkästään digitoida nykyistä prosessia.

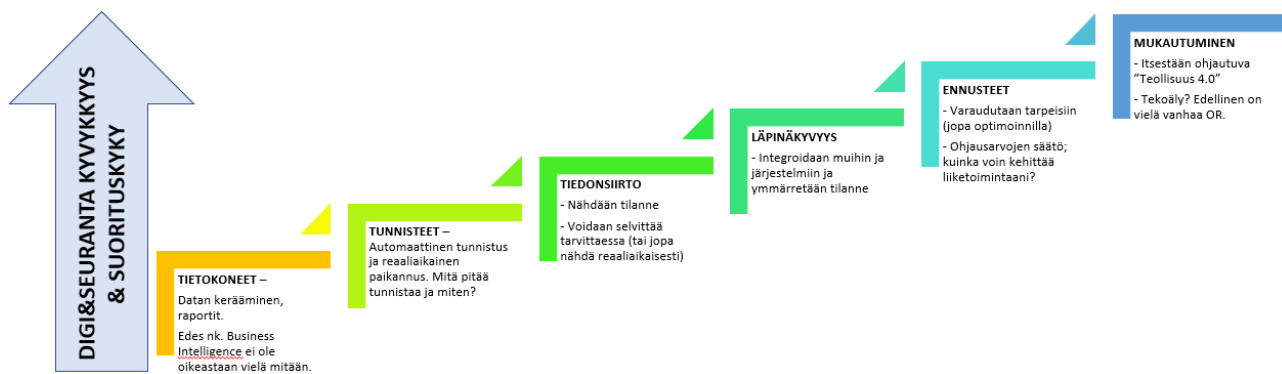
Esineiden Internet (Internet of Things, IoT) tulee näkymään logistiikassa todennäköisesti ajoneuvojen, kuljetusyksiköiden ja pakkausten lisääntyneenä seurantatiedon tuottamisena ja valvontana. Erityisesti pyritään havaitsemaan automaattisesti poikkeamat aikataulussa tai sallituissa olosuhteissa. Osittain tämä on jo arkipäivää esimerkiksi junanvaunujen radiotunnistejärjestelmän avulla tai lastitilan lämpötilan seurannassa. Siksi sitä ei ole merkitty yllä olevaan kuvaan 2.2, kun IoT tavallaan on 3. sukupolvea, mutta käytännössä tuleamme näkemään sen merkityksen 4. sukupolvessa (Teollisuus 4.0, Logistiikka 4.0). IoT:n yleistymisen myötä dataa syntyy valtavia määriä – ja samanaikaisesti meillä on käytössä runsaasti myös muuta dataa.

Käyttöön onkin yleistynyt käsite ”Big Data”, mutta vähintään yhtä oleellista on hahmottaa pienemmässä mittakaavassa yrityksen oma ”Master Data”. Big Datan määritelmästä voidaan olla tietysti sitäkin mieltä, että se on pelkkä ”data”. Tuo datahan on ollut ja on olemassa vaikka siitä ei tehtäisi ”Big Dataa”. Eli määrittelyssä on haasteena se, että määritelläänkö Big Data ”vain” sisältönä” (tietona, datana, äänitiedostoina, strukturoituna tai strukturoimattomana tekstinä, videoina, kuvina, sosiaalisen median viesteinä) vai järjestelmänä/alustana. Väljemmän määritelmän mukaan Big Datan kohdalla ei puhuta yksittäisestä teknologiasta vaan pikemminkin trendistä, joka käsittää suuren määrän eri liike-elämän osa-alueita ja eri teknologioita. Tämän määritelmän mukaan Big Datalla viitataan teknologioihin ja menetelmiin, joilla käsitellään sellaisia tietomassoja jotka ovat liian massiivisia, nopeasti muuttuvia tai liian monimuotoisia, perinteisillä teknologioilla, taidoilla ja infrastruktuurilla käsiteltäväksi. (MongoDB Inc, 2016.) MongoDB:n esittämässä määritelmässä Big Data jaetaan kahteen eri luokkaan, jotka ovat operatiivinen Big Data ja Analyttinen Big Data. Operatiivisen Big Datan järjestelmät on pääasiallisesti tarkoitettu reaaliaikaisten ja interaktiivisten työtehtävien suorittamiseen, joissa tietoa yleensä otetaan vastaan ja tallennetaan. Analyttisen Big Datan järjestelmät puolestaan on tarkoitettu monimutkaisten analyysien tekemiseen kerätyistä tiedoista jälkepäin. Tämän määritelmän mukaan operatiiviset ja analyttiset järjestelmät ovat toisiaan täydentäviä järjestelmiä, jotka ovat suunniteltu vastaamaan täysin eri haasteisiin, ja joita useimmissa tapauksissa käytetään rinnakkain. (MongoDB Inc, 2016.)

Operatiiviset Big Data järjestelmät ovat kehitetty käyttötapauksiin, joissa tärkeimpiä järjestelmän ominaisuuksia ovat matala vasteaika, sekä kyky käsitellä useita samanaikaisia pyyntöjä. Esimerkkeinä Operatiivisista Big Data -alustoista voidaan mainita muun muassa dokumenttikannat, avain-arvokannat, graph-kannat ja wide-column -kannat. Useimmat NoSQL-kannat on optimoitu tiettyyn käyttötarkoitukseen. Tietojen käsittelyn lisäksi operatiivisten järjestelmien tulee tarjota jonkinasteista reaaliaikaista tietoa järjestelmän tilasta. (MongoDB Inc, 2016.) Analyttiset järjestelmät taas ovat kehitetty pitäen silmällä suoritustehoa, ja kykyä käsitellä poikkeuksellisen monimutkaisia kyselyjä jotka koskevat suurinta osaa, ellei jopa kaikkea järjestelmän sisältämää tietoa. Tällaisia järjestelmiä ovat esimerkiksi MPP tietokantajärjestelmät ja MapReduce ratkaisut. (MongoDB Inc, 2016.)

Ennen juhlaakin BigData käsitettä meidän ja tätä raporttia käyttävien yritysten kannattaa varmistua oman Master Datan täsmällisyydestä. Lopulta tämän ”älykkään” digitalisaation startin ratkaisee paljolti Master Datan laatu. Missä kunnossa yrityksen omat tietojärjestelmät ja erityisesti niiden sisältämä data on? Voidaanko sitä hyödyntää sellaisenaan ilman korjauksia? Tai millaisia päätelaitteita, antureita ja tägejä yrityksen materiaalivirtaan pitäisi integroida, että reaaliaikaista ja täsmällistä dataa saataisiin omiin tietokantoihin päätöksenteon ja ohjauksen tueksi?

Vaikka yllä kuvassa 2.2 tunnisteteknologiat nimettiin suuressa osin vasta logistiikka 4.0:an 2020-luvulle, ne ovat olleet olemassa ja niitä on hyödynnetty rajoitetusti jo vuosikymmeniä, kuten esimerkiksi viivakoodi päivittäis- ja kulutustavaroissa vähittäiskaupassa 1980-luvulta lähtien on osoittanut. Jos haluamme nostaa koko ketjun tehokkuutta, täsmällisempää dataa pitää pystyä kuitenkin jakamaan ja hyödyntämään eri osapuolten kesken. Siksi tämän ”historiakappaleen” voikin päättää oheiseen kuvaan 2.3, jossa tarkastellaan digitalisoinnin ja seurannan kyvykkyyden kasvua – ja siten oletetusti yhä parempaa suorituskykyä erilaisina sukupolvina. Monet näistä ovat jo yrityksillä käytössä, mutta ei vielä täydessä mittakaavassa.



Kuva 2.3. Digi- ja seurantaratkaisujen kyvykkyysmalli suorituskyvyn kasvattamiseksi logistiikassa (Lahtinen 2020).

Jos johdannossa luvun 1.4 kypsyyssmallia päivitetäisiin 6-portaiseksi ja sovitettaisiin tähän, yllä oleva kuva voisi antaa yhden viitekehukseen arviointiin. Tietokoneet, joihin manuaalisesti syötämme tiedot sisään esimerkiksi toiminnanohjaukseen olisivat siten vasta tasolla 1, vaikka käytössä olisikin hienolta kalskahtavasti "Business Intelligence" -raportointi. Sitten kun tunnistusteknologiaa osataan kunnolla käyttää hyväksi ja datan lukeminen (eli digitalisointi) tapahtuu automaattisesti järjestelmiin, noustaisiin 2. askelmalle. Kolmannen askelman saavuttaminen vaatii kykyä jakaa dataa luettavaksi sitä tarvitseville esim. web-selaimen kautta jopa reaaliajassa, mutta vasta onnistunut integraatio ja kyky analysoida sitä muissa järjestelmissä (ja jopa ketjun muiden toimijoiden puolesta) antaa pääsyn 4. tasolle. Varsinainen kehittyneempi ennustaminen, ohjausarvojen säätö ja optimointi on 5. taso ja huipulla on 6. tason itseohjautuva ja -oppiva logistiikkajärjestelmä. Nämä viimeainitut voivat tuntua intuitiivisesti vähän hassuiltakin, että eikö 5. vaihe olisi jo kehityksen huippu, mutta käytännössä nopeasti muuttuvat asiakastarpeet johtavat niin monipuoliseen tuotantoon ja toimintaan, että sitä ei voi edes optimoida, vaan pitää oppia ja olla reagoitukykyä toimia joustavasti. Tätä ei silti pidä ymmärtää väärin kurittoman toiminnan sallimisena.

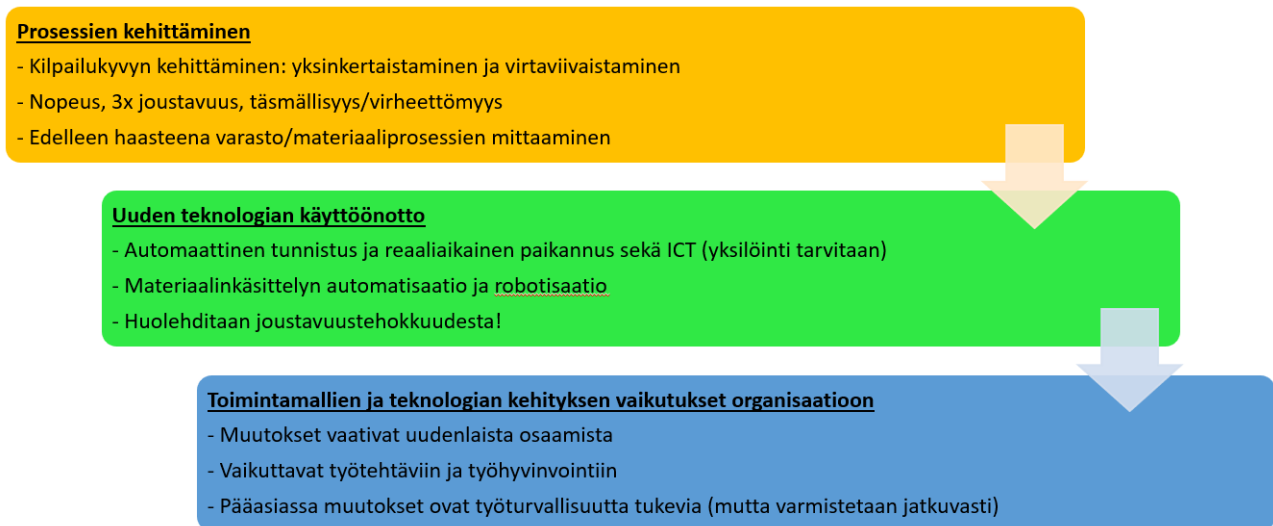
2.2 Yritysten ja kuljetusmarkkinan toimintaympäristö ja digitalisoinnin tarve

Kansainvälinen multimodaalinen kuljetusketju pystyy täyttämään usein parhaiten sen taloudellisen tarpeen, joka yrityksillä ja yhteiskunnalla on. Kuitenkin tämä tuo suuren lisähaasteen ketjun toteutukselle ja seurannalle. On paljon helpompaa lähettää ja seurata lähetystä yhdessä kuljetusmuodossa (jopa yhdellä operaattorilla) kotimaassa, kuin luoda avoin järjestelmä, jossa on runsaasti eri osapuolia eri maissa – ja jopa kuljetusmuotoja yhdistäen. Edelleen jopa niin, että ketju voisi olla "synkromodaalinen" eli eri kuljetusmuotoja voitaisiin yhdistää sujuvasti kysynnän ja tarjonnan mukaan reaaliaikaisesti muutenkin kuin perinteisessä multimodaalisessa ketjussa, jossa kuljetusputken runko-osuus on aina sama.

Eri kuljetusmuodoilla on omat vahvuutensa ja optimaalisessa järjestelmässä kykenemme hyödyntämään niitä yhdessä. Siirtymä kuljetusmuodosta toiseen tapahtuu verkoston solmupisteissä, kuten esimerkiksi intermodaaliterminaalissa. Tällainen logistiikkakeskus voi olla pullonkaula ja riskitekijä niin kustannusten kuin tiedon yhteensopivuudenkin kannalta, mutta meidän tulee kyetä katsomaan myös niissä syntyvää lisäarvoa – ja tekemään siirtymä mahdollisimman sujuvaksi. Eli solmupisteestä voikin tulla lisäarvoa ja kilpailukykyä. Tämän raportin rinnalla kannattaa katsoa myös "vienti- ja tuontihub" -selvitystä (Lahtinen, Lehtinen & Tapio 2021), jossa fokusoidutaan ko. solmupisteisiin ja sujuvaan toimintaan niissä.

Edellä mainitun kuljetusjärjestelmän paremman hyödyntämisen paineen - joka on suurelta osin niin taloudellista kuin kestävään kehitykseen perustuvaa - lisäksi yrityksiä kohtaavat monet muut muutostrendit asiakkaiden tarpeista lähtien, jotka edelleen asettavat vaatimuksia toimitusketjun tehokkuudelle,

täsmällisyydelle, joustavuudelle jne. Vastaavat teemat kohdistuvat myös sisälogistiikkaan, jonka murroksesta onkin kuvattu oheinen taulukko (kuva 2.4). Esimerkiksi 3xJoustavuus vaatii kykyä tuottaa runsaasti erilaisia asiakaskohtaisesti räätälöityjä variaatioita, mukautumiskykyä volyyminvaihteluihin, ja kykyä muuttaa myös itse prosessia silloin, kun asiakastarpeet niin vaativat. Tähän ei perinteisestä automaatiosta ole, vaan meidän pitää kyetä hyödyntämään teknologiaa uudella tavalla. Joka tapauksessa kyse on niin monimutkaisesta toiminnasta, että sen hallinta ei onnistu ilman laadukasta ja täsmällistä dataa. Ja tämän datan tuottaminen taas on helpointa, kustannustehokkainta ja reaaliaikaista digitaalisilla työvälineillä. Siellä sitä kyetään myös analysoimaan ja tekemään sen avulla tarvittavia päätöksiä.



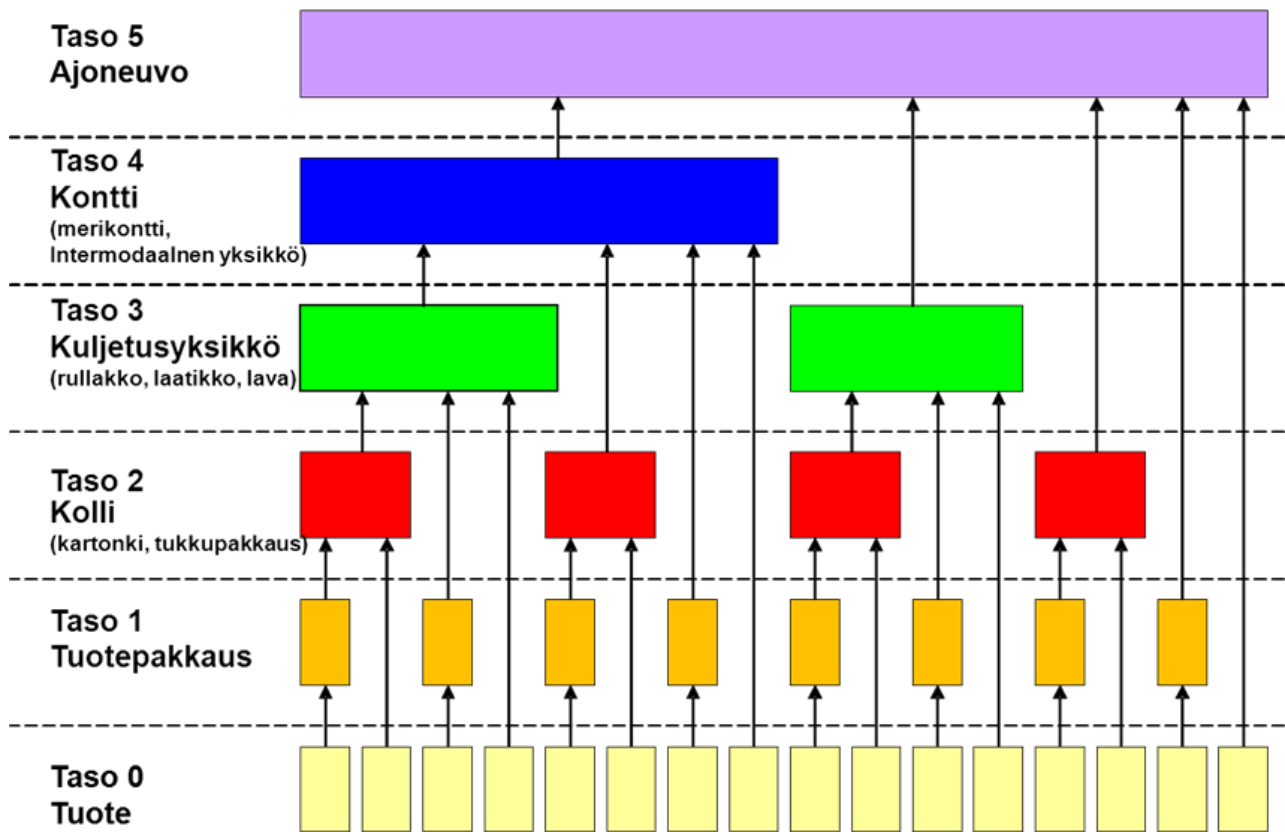
Kuva 2.4. Uuden teknologian käyttöönotto vaatii usein myös prosessien ja organisoinnin kehittämistä (Lahtinen 2020, mukaellen Lahtinen 2013).

Tämä raportti ei ota käytännössä kantaa uuden teknologian vaatimaan osaamiseen, mutta organisaatioiden on toki varmistuttava siitä. Myös prosessien tai liiketoimintamallien muutokset voivat vaatia uudenlaista kyvykkyyttä, johon organisaatioiden on varauduttava. Silti yhä nopeammin tarvittavissa toimituksissa, tiiviimmissä frekvensseissä ja virheettömän toiminnan tuottamisessa on jo riittävästi tehtävää. Tässä raportissa käsiteltävät ratkaisut ovat yksi apuväline niihin vastaamisessa.

Digitaalisessa ajassa toimiminen on erilaista kuin fyysisen paperin kanssa: jokainen, jolla on pääsyoikeus dataan, voi yleensä hyödyntää sitä jopa reaaliajassa, kun perinteisesti paperi voi olla vain yhdessä paikassa kerrallaan – tai jos siitä on otettu fyysisiä kopioita, tehty muutos ei päivity alkuperäiseen. Kyse onkin suurelta osin tietokannoista ja niiden hallitsemisesta.

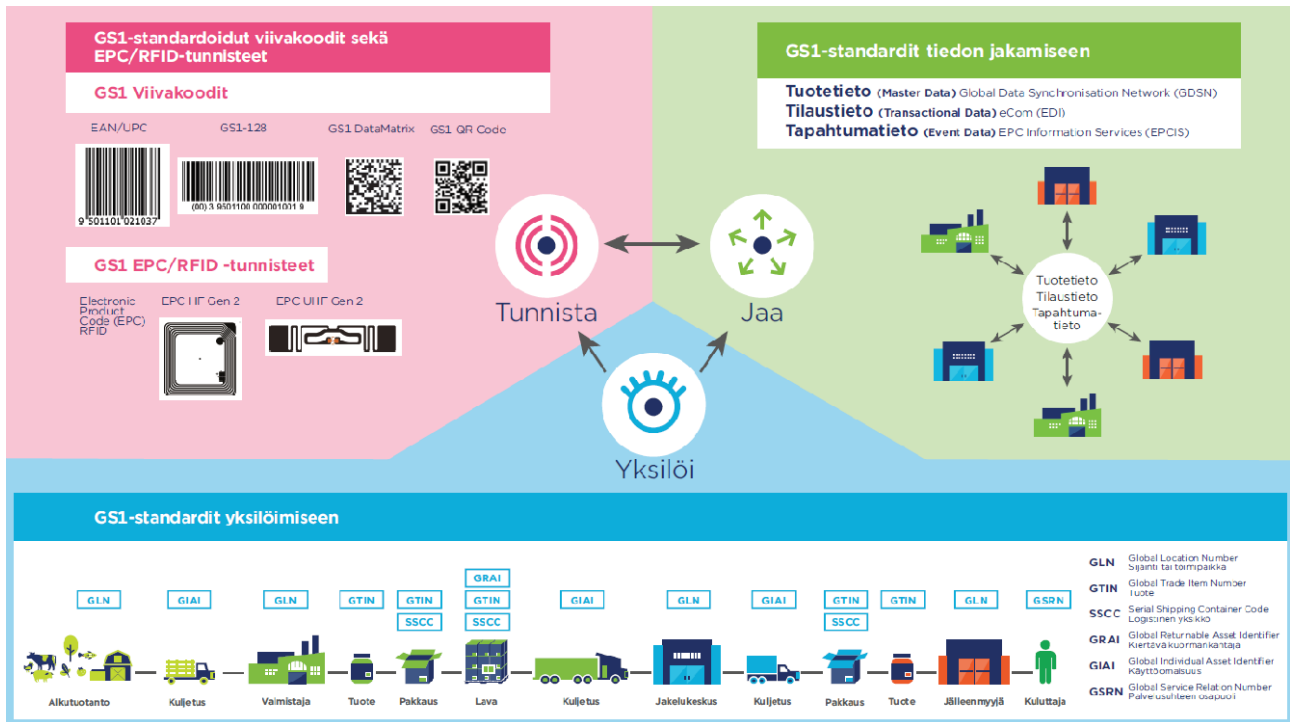
2.3 Yksilöinti- ja osapuolitunnisteet kuljetusketjussa

Oheisessa kuvassa 2.5 on eritelty hierarkiaa tunnistamisen eri tasoista. Tuote- ja/tai tuotepakkaustasoilla olevat viivakoodit ovat tuttuja kaikille kuluttajatuotepakkausten kyljistä ja niitä luetaan kauppojen kassoilla. Kuljetusten kannalta ne eivät ole vielä kuitenkaan oleellisia yksilöintejä, vaan vasta kolli- ja kuormankantajatunnukset ovat niitä, jotka kuljetusketjun osapuolet tunnistavat. Muutoin sinällään selkeää ja hyvää kuvaa vuosikymmenen takaa kannattaisi vielä päivittää siten, että tason 5 ”ajoneuvo” voi olla myös muu kuin ”auto”, esim. vaunu ja siten myös juna, laiva tai lentokone. Eli malli ottaisi aidosti huomioon eri kuljetusmuodot. Lopulta tulevaisuuden ”synkromodaalisessa” kuljetusjärjestelmässä meidän tulee kuitenkin saada eri kuljetusmuodot toimimaan sujuvasti yhdessä.



Kuva 2.5. Yksilöinnin ja tunnistamisen hierarkia (Eckhardt & Rantasila 2011) yrityksen sisällä on kytkettävä toimitusketjun eri osapuoliin.

Alla olevassa kuvassa 2.6 on esitelty kulutustavarapuolella laajasti käytössä olevaa GS1 (Global Standards 1) -järjestelmää, jota Suomessa ylläpitää voittoa tavoittelemattomasti Keskuskauppakamari. Ennen varsinaisiin yksityiskohtiin menemistä on syytä havaita toiminnan kolmiulotteinen rakenne: 1) identifiointi, 2) varsinainen tunnistaminen teknologioita apuna käyttäen, sekä 3) tunnistetun tiedon hyödyntäminen ja jakaminen eri osapuolille. Identifiointitaso sisältää jokaisen mahdollisen erilaisen yksikön luotettavan yksilöinnin ja erottamisen muista, kuten osapuoli-, tuote-, kuormankantaja- jne. tunniste. Tunnisteteknologiatasolla on sitten erilaisia viivakoodeja (EAN/UPC, GS-128, GS1 QR) ja radiotaajuustunnisteita (RFID). Näillä kerättyä tietoa tapahtumista, nimikkeistä, sijainneista jne. hyödynnetään sitten 3. tasolla siten, että Master Data on kunnossa – ja yritykset voivat edelleen sen pohjalta tehdä oikeita ratkaisuja. Esitelty ratkaisu vaikuttaa suhteellisen toimivalta vähittäis- ja tukkukaupassa, joissa sitä yleisesti sovelletaan, mutta samaa ideaa voidaan tuoda myös teollisuusyritysten käyttöön. Palaamme myöhemmin vielä näihin standardeihin mm. EPCISin muodossa sekä siinä, kuinka rakennetaan toimiva digitaalinen ketju intermodaalisiin kuljetuksiin.



Kuva 2.6. GS1 (Global Standards 1) -järjestelmä. www.gs1.fi

GS1:n mallia voi ajatella myös kuvan 2.7 mukaisesti suhteessa lohkoketjuteknologiaan, jota käsittelemme myöhemmin alempana omana alalukunaan 2.9. Standardit ovat dataa varten, jota voidaan tuottaa tai hyödyntää liiketoimintasovelluksissa, kun taas lohkoketjuteknologia nähdään tässä yhtenä vaihtoehtona tietokannoille ja tilikirjalle: missä dataa säilytetään ja miten sitä jaetaan? Blockchain on monistettava, turvallinen ja hajautettu tilikirja.



Kuva 2.7. GS1 suhteessa tiedonjakoteknologiaan ja lohkoketjuun.

Lahtinen (2020) on käsitellyt teollisuuden sisälogistiikkaa nk. RAMI 4.0 "referenssiarkkitehtuurimallin" mukaisesti, jossa ajatuksena on erilaiset tasot, elinkaaren vaiheet ja osapuolet. Kyseinen malli jakautuu erilaisiin kerroksiin liiketoiminnan ylätasolta aina fyysisen tuotteen materiaalivirtaan ja käsittelyyn liittyen alla olevan kuvan 2.8 mukaisesti, jota on hieman muokattu alkuperäiseen lähteeseen verrattuna siten, että siinä kirkastetaan myös hyvin mitä "digitalisointi" reaali maailman ja virtuaali maailman välillä tarkoittaa ja missä se tapahtuu: kuinka tuotteet/yksiköt tunnistetaan reaaliaikaisesti, ja miten tätä tietoa jaetaan erilaisiin järjestelmiin ja hyödynnetään liiketoiminnan päätöksen tukena. Yrityksillä on usein pitkä matka kuljettavanaan tämän saavuttamisessa, mutta vielä paljon suurempi haaste on siinä, kun tätä lähdetään

soveltamaan toimitusketjussa eri osapuolten kesken, kuten tässä työssä on nyt kyse. Suljettu kierto yrityksen tai tuotantolaitoksen sisällä on usein helpompi rakentaa tunnisteisiin, mutta kuinka me toteutamme tämän nyt eri osapuolten välillä ketjussa? Siksi meidän pitääkin yhdistää yllä olevat mallit.



Kuva 2.8. Digitalisointi virtuaalisen ja fyysisen maailman välissä. Reaalimaailman datalla voidaan saavuttaa paljon hyötyä virtuaalisissa työkaluissa (Lahtinen 2020 muokannut alkuperäisestä RAMI 4.0 -mallista).

Toisinaan voidaan tehdä ero vielä digitoinnin ja digitalisoinnin välillä, jos halutaan korostaa, onko kyseessä nykyisen prosessin ja toiminnan muunto digitaaliseen muotoon vai kokonaan uusi tapa toimia ja luoda lisäarvoa. Siksi tässä raportissa onkin käytetty lisämääritettä ”älykäs” digitaalisen logistiikan lisäksi, jolla kuvataan sitä mahdollisuutta, että digiä hyödynnetään uudella tavalla.

2.4 Tunnistus- ja paikannusteknologioita

Edellisen alaluvun kuvat 2.5, 2.6 ja 2.8 ovat erinomaisia apuvälineitä ennen tämän alaluvun käsittelemiin tunnistus- ja paikannusteknologioihin menemistä. Tietorakenteet ja -mallit tarvitaan ennen kuin varsinainen tunnistaminen voidaan tehdä. Ja datalle pitää olla myös paikkansa, johon se tallennetaan ja josta sitä voidaan jakaa oikeaan aikaan tietoa tarvitseville. Tässä alaluvussa puolestaan lähdetään sitten teknologisesta näkökulmasta katsomaan niitä ratkaisuja, joilla varsinainen ”digitalisointi” usein tapahtuu eli joilla materiaalivirrasta tunnistetaan tarvittavat kuljetus- tai käsittely-yksiköt ja tuotteet.

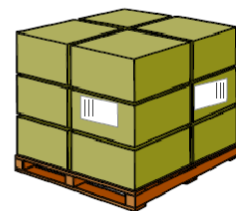
Tunnistus- ja paikannusteknologioita vielä laajemmin voisi puhua esineiden Internetistä (IoT ~ Internet of Things) tai teollisesta Internetistä (Industrial Internet), mutta tässä rajaudutaan vanhempiin käsitteisiin logistiikan näkökulmasta. Teknologioiden hyödyntämisen kokonaisongelmaa voi vielä hahmottaa kuvan 2.9 mukaisesti niin, että tunnistamisen ja paikantamisen rinnalla tarvitaan olosuhdetieto, jonka keräämistä käsitellään myöhemmin mm. elintarvikkeiden ja lääkekuljetusten osalta, mutta myös jäljitettävyyssratkaisujen lokitietoa.

Problem Statement



Where is the product at any time? And in which condition?

- Any kind of traded goods
- Regardless of how it is packaged (unitised/containerised transportation) or not packaged at all (bulk transportation)
- The history of the asset is part of the project (even empty)
- The end-user's expectations are getting higher: requiring better quality, more visibility, better services and **more control of their supply chain.**



The Global Language of Business

© GS1 2021

5

Kuva 2.9. Multimodaalisen kuljetusketjun seurantajärjestelmän vaatimukset (Voorspuij 2021).

2.4.1 Tunnistusteknologioista

Tunnistustekniikkaa sovelletaan logistiikassa laajasti. Toisaalta tämä on myös osa-alue, jossa kehitettävää, standardoitavaa ja käyttöönotettavaa on vielä paljon. Esimerkiksi rullakoiden osalta pitäisi pystyä viimein sopimaan, millä tunnistusteknologialla toimitaan – ja vaikuttaako se myös tunnisteiden fyysiseen sijoittamiseen kuormankantajassa, jotta lukemisen varmistaminen voidaan toteuttaa? Viivakoodi- ja radiotunnistustekniikkaa käytetään mm. liikuteltavan kohteen tunnistamiseen, varastopaikan kirjaamiseen, rullakon tai lavan tunnistamiseen. Konenäkösovelluksilla voidaan automatisoida laatuvirheiden havaitsemista tai automatisoida tunnistamista, esimerkkinä rekisterikilpien tai konttinumeroiden tunnistaminen kulunvalvonnassa.

Perinteisemmin olemme verranneet viivakoodia ja radiotaajuustunnistusteknologiaa (RFID) toisiinsa, mutta hieman tarkemmalla jaottelulla voimme nostaa myös QR-koodin, jossa tapahtuukin nyt kehitystä ja jonka uusia käyttökohteita tutkitaan kuljetusketjussa sekä lähitunnistusteknologian NFCn (~ Near Field Communication) ja BLEn (Bluetooth Low Energy). Oheiseen taulukkoon (Kuva 2.10) on kerätty näiden vertailua karkealla tasolla. Yleistäen voitaneen sanoa, että yrityksen sisällä suljetussa kierrossa ratkaisu yleensä löytyy, mutta nyt käsillä oleva haaste, jossa pitäisi kyetä joustavasti tunnistamaan kuljetus- ja käsittelytapahtumia kansainvälisissä intermodaalisissa ketjuissa muodostuu haasteelliseksi. Viivakoodin standardisointi esim. kulutustavaroista tutun EAN-13 (nykyisin GS1) kohdalla rohkaisee kuitenkin siihen, että ratkaisuja löydetään. Aikoinaan nurinaa oli siinä, että kauppa keräsi hyödyt, kun koodin kustannukset tulivat tavarantoimittajalle. Sama pätee ketjussa tänäkin päivänä: edut ja kustannukset tunnistamisesta saattavat jakautua hieman epätasaisesti ketjun eri osapuolten kesken, mutta tässä raportissa haetaankin ensin koko

35

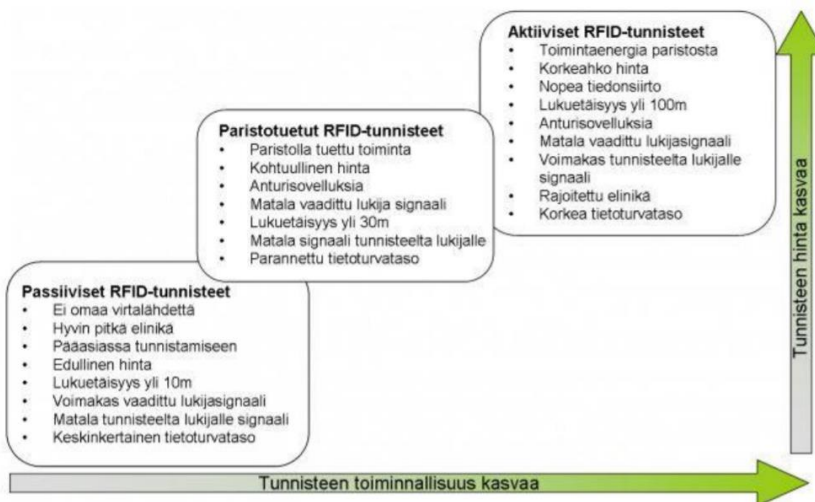
systemin kehittämistä eli ”älykästä digitaalista logistiikkaa”, jonka etujen jakaminen voi tapahtua sitten kaupallisin sopimuksin.

	QR CODE	BARCODE	RFID		NFC	BLE	GPS
			Active	Passive			
Cost Effective	✓	✓	✗	✓	✗	✗	✗
Real-time Tracking	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓
Power Consumption	✗	✗	✓	✗	✓	✗	✓
Range of Scanning	High	Low	High	Low	Low	Low	Unlimited
Storage Capacity	3 Kilo Bytes	> 100 Bytes	2 Kilo Bytes	4-8 Kilo Bytes	48 Bytes – 8 Kilo Bytes	NA	Unlimited*
Continuous Scanning	✓	✓	✓	✓	✓	At Regular Intervals	Real-time Data
Two-way Communication	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✓
Chances of Human Error	–	–	–	–	–	–	–
Labor Intensive	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓
Popularity	V. High	V. High	High	High	Moderate	Moderate	Moderate

*Unlimited because GPS provides real-time data and save as such none of it. But if recorded, it can save up to 1 Peta Byte data or even more.

Kuva 2.10. Tunnistusteknologioiden vertailu. Asset Infinity 2021.

RFID on pitkään herättänyt suuria lupauksia, mutta sen käyttöönotto ei ole yleistynyt noin 15 vuotta sitten kaavailulla tavalla. Toki erinomaisia esimerkkejä on olemassa runsaasti ympäri maailmaa. Suomessakin on runsaasti alaa kehittäviä toimijoita ja heillä yhteinen organisaatio RFIDLab ry, joten tässä on logistiikkatoimijoillekin seurattavaa ja kehitettävää. Oheinen kuva 2.11 erittelee passiivisen, paristotuetun ja aktiivisen RFID-tunnisteen ominaisuuksia. Viime mainitut mahdollistavat eniten, mutta ovat kalliimpia ja siten käytettävissä vain vaativampiin tilanteisiin kuten kontteihin.



2.11. RFID tunnisteen vertailu. RFIDLab ry (2012).

Viivakoodien käyttöesimerkkejä on kuvan 2.12 oikeassa reunassa. Niitä voidaan käyttää toimitusketjun eri vaiheissa ja eri koodeilla on omat sovellusalueensa. Code-39 soveltuu yrityksen sisäiseen käyttöön esimerkiksi varastopaikoissa, EAN-13 kulutus- ja päivittäistavaroille kaupan ketjuun, ja datamatriiseille (esim. QR-koodi) kehitetään uusia käyttökohteita logistiikassa. Kuvan vasemmassa reunassa on vielä lueteltuna nk.

”yksilöinnin avaimia”, eli erilaisiin tilanteisiin täytyy olla aiemman luvun 2.3 mukaisesti identifiointi tietorakenteen osalta, mitä ollaan tunnistamassa.

ID Key	Used to Identify	Example
Global Trade Item Number (GTIN)	Products and services	Can of soup, chocolate bar, music album
Global Location Number (GLN)	Parties and locations	Companies, warehouses, factories, stores
Serial Shipping Container Code (SSCC)	Logistics units	Unit loads on pallets, roll cages, parcels
Global Returnable Asset Identifier (GRAI)	Returnable assets	Pallet cases, crates, totes
Global Individual Asset Identifier (GIAI)	Assets	Medical, manufacturing, transport and IT equipment
Global Service Relation Number (GSRN)	Service provider and recipient relationships	Loyalty scheme members, doctors at a hospital, library members
Global Document Type Identifier (GDTI)	Documents	Tax demands, shipment forms, driving licences
Global Identification Number for Consignment (GINC)	Consignments	Logistics units transported together in an ocean container
Global Shipment Identification Number (GSIN)	Shipments	Logistics units delivered to a customer together
Global Coupon Number (GCN)	Coupons	Digital coupons
Component/Part Identifier (CPID)	Components and parts	Automobile parts

GS1 Barcodes – Where are they used ?

Outer Case Marking	Transport & Logistics	Point Of Sale
ITF-14	EAN-128 / GS1-128	EAN-13 / GS1-13
EAN-128 / GS1-128	Datamatrix	Datamatrix
Datamatrix	R Code	.trix
Currently only for marketing		Generally only in Pharmacy

Kuva 2.12. Esimerkkejä GS1-yksilöinnin avainten ja viivakoodien käytöstä toimitusketjussa. GS1-materiaalia.

Myös konenäön osalta kehitys on tällä hetkellä nopeaa. Aiemmin sovellukset olivat pääkomponenttianalyysiin perustuvia hahmontunnistuksia OCR (~ Optical Character Recognition), joka soveltuu hyvin esimerkiksi satamassa ajoneuvojen rekisterikilpien lukemiseen. Laskentatehojen kasvu ja tekoälyn hyödyntäminen johtavat kuitenkin konenäössäkin kokonaan uusille sovellusalueille nyt 5G-verkkojen yleistessä. Täällä on sovelluksia laadunvarmistukselle ja paikannukselle. Myöhemmin käsitelläänkin esimerkinomaisesti 5G:n soveltamista satama-alueen tapahtumien seurantaan.

2.4.2 Paikannus- ja mobiiliteknologiat

Liikkuvan työn ratkaisut kuten **paikannus- ja mobiiliteknologiat ovat tärkeässä asemassa logististen toimintojen tehostamisessa**. Paikannus- ja paikkatietotekniikat helpottavat sopivien kuljetusreittien valinnassa ja seurannassa. Kuljetusreittien optimointiin vaikuttavat lisäksi mm. toimituskohteiden sallitut tai toivotut toimitusaikaikkunat, työ- ja ajoaika, kalustovaatimukset ym. tekijät. Kuljetuksissa ja varastoinnissa olosuhteet vaativat usein tavallista lujempia ja ominaisuuksiltaan erikoistuneita mobiililaitteita, mikä täytyy ottaa huomioon päätettäessä teknologiainvestoinneista.

Satelliittipaikannuksen tekniikat:

- Global navigation satellite system, GNSS. Esim. GPS, ESA, Galileo ja Glonass: tarkkuus 10 – 100 m riippuen olosuhteista
- Assisted GNSS, A-GNSS tai A-GPS. erilaisia mobiili- ja paikannuslaitteiden lisäpalveluja: lähinnä nopeuttavat paikannusta
- Satellite based augmentation system, SBAS. Maatukiasemien antama tarkennus (ilman Internet-yhteyttä). Esim. yhteiseurooppalainen EGNOS: Tarkkuus noin 3 metriä

- Differential GNSS, DGNSS. Maatukiasemien antama tarkennus (vaatii Internet-yhteyden). Esim. Maanmittauslaitoksen avoin paikannuspalvelu. Myös kaupallisia. Tarkkuus jopa 10 – 20 cm.
- Real-time kinematics, RTK. Perustuu satelliitin kantaaltoon. Tarkkuus senttimetriluokkaa
- Network RTK, NRTK. Lasketaan korjaustiedot halutulle alueelle. Ammattilaisten käyttämä: tarkkuus 1 -2 cm

Paikannuslaitteisto

Älypuhelin ja tabletit ovat kaikille tutuimpia laitteistoja mm. navigointiohjelmistojensa myötä. Kannettavat tietokoneet ja niihin tarvittaessa liitettävä ulkoinen paikannusvastaanotin toimivat myös paikannuslaitteina. Paikannus perustuu ns. GNSS–siruun. Siru tyypillisesti tukee GNSS-järjestelmää, jolloin paikannus tarkentuu. Hyvissä olosuhteissa päästään 2 – 5 metrin tarkkuuteen - rakennetuilla alueilla tarkkuus heikkenee noin 10 metriin. Edullisimmilla varsinaisilla paikannuslaitteilla päästään em. tarkkuuksiin. Kalleimmilla (~ 2000€) erillisillä paikannuslaitteilla päästään 0,3 – 0,8 m tarkkuuteen ja NRTK:lla senttimetriluokkaan!

2.4.3 Paikkatiedon hyödyntäminen

Paikkatiedossa on kyse ”ominaisuuden sijaintitiedosta”, ei siis yksistään sijaintimerkinnästä kartalla. Eli paikkatiedossa data kertoo sijainnin ja siinä olevia ominaisuuksia. Digitalisaatio tarjoaa uusi tapoja tehostaa kuljetus- ja liikennealan toimintaa. Kuljetus- ja liikennetoiminta pohjautuvat täysin sijaintiin, mikä nostaa liikenneverkon, reittien ja liikkuvan kaluston optimoinnin ensisijaisen tärkeäksi menestyksen kannalta. Organisaation toiminnan kannalta oleellisten tietojen liittäminen sijaintiin parantaa tilannekuvan ymmärrettävyyttä, päätöksentekoa ja arjen toimintaa.

Paikkatietojärjestelmä voidaan määritellä seuraavasti:

- 1) Laitteistojen ja ohjelmistojen muodostama kokonaisuus, jolla kerätään ja todennetaan, järjestetään, säilytetään, ajantasaistetaan ja muutetaan, hallitaan ja siirretään, muokataan, haetaan ja esitetään sekä analysoidaan ja yhdistellään paikkaan sidottuja tietoja.
- 2) Paikkatietojärjestelmä käsittelee kohdetta kuvaavan sijaintitiedon ja ominaisuustiedon muodostamaa loogista tietokokonaisuutta (Rainio 1988).
- 3) Paikkatieto koostuu ominaisuustiedosta ja sijaintitiedosta

Käyttötapa

- Kartat ja visualisointi – asioiden ja ilmiöiden sijainnin tunnistaminen
- Tiedonhallinta – tiedon kerääminen, ylläpito ja yhdistäminen
- Analytiikka – trendien löytäminen ja ennustaminen sekä mallien luominen
- Päätöksenteko – tilannekuvan tunnistaminen ja tietoisten päätösten tekeminen
- Suunnittelu – vaihtoehtojen näkeminen ja löytäminen sekä mahdollisimman optimaalisten ratkaisujen tekeminen
- Seuranta – resurssien seuraaminen, hallitseminen ja seuranta
- Osallistaminen ja sitouttaminen – viestintä, vuorovaikuttaminen ja yhteistyön tekeminen
- Kenttätyöskentely – liikkuvan työn tehostaminen sekä tiedonkeruun ja ylläpidon mahdollistaminen
- Jakaminen ja yhteistyö – paikkatiedon jakaminen hyötykäyttöön

Yhdistämällä paikkatieto ja muu liiketoimintatieto pystytään

- luomaan reaaliaikaista ennakoivaa dataa
- tehostamaan liikennesuunnittelua, asiakaslähtöisyyttä ja kustannustehokkuutta

- parantamaan logistiikkaketjujen läpinäkyvyyttä

Paikkatietoon perustuvalla kommunikaatiolla kuljettajan kanssa säästetään aikaa, vaivaa ja turhia ajoja sekä mahdollistetaan toimitusten jäljittäminen aina lähtöpisteestä asiakastoimitukseen asti.

2.4.4 Esimerkki kaluston seurannasta

Väylävirasto seuraa Suomen rautateillä olevan kaluston kuntoa kiskoihin kiinnitettyjen antureiden avulla. Tästä kerättyä dataa käytetään apuna rautatieliikenteen turvallisuutta parantavan kaluston ennakoivan huollon mahdollistamiseksi. Esimerkiksi yksittäisen vaunun tai pyörän kunnan tunnistaminen on vaativa tehtävä, ja järjestelyratapihalla ei ole välttämättä aikaa tutkia erikseen huoltotarvetta kullekin vaunulle tai edes tunnistaa niitä manuaalisesti. Dataa kerätään ja jaetaan laajasti, ja se mahdollistaakin monipuolisen kaluston seurannan ja paikantamisen. Liikkuvan kaluston tunnistaminen kovissa nopeuksissa, suurilla painoilla ja/tai ääriolosuhteissa on vaativa tehtävä. Väylä ja VR ovat testanneet ja todenneet "GEN2 UHF" radiotaajuustunnisteteknologian sopivaksi yksittäisten vaunujen tunnistamisessa ja siihen voidaan käyttää Vilantin tähän tarpeeseen luotua lukijalaitetta. Tunnisteille ja niistä kertyvälle datalle on runsaasti erilaisia käyttökohteita niin viranomaisille, kaluston omistajille kuin operoijille. Datasta saadaan hyötyä jopa asiakkaille asti, kun heille voidaan tarjota reaaliaikaista näkymää toimitusten todellisista aikatauluista – ja he voivat siten paremmin suunnitella omaa toimintaansa.



Kuva 2.13. Rautatiekaluston tunnistaminen RFID:n avulla (www.turckvilant.com 2021).

Yksi haaste, johon kuljetusyrietykset kansainvälisesti jopa muissa Pohjoismaissakin törmäivät säännöllisesti, on ajoneuvoihin kohdistuvat varkaudet. Tanskalainen Evotec on toteuttanut jo useisiin satoihin kuljetusyrietysten ajoneuvoihin suomalaisen Idescon RFID-lukijoita hyväksi käyttäen järjestelmän, jolla estetään ajoneuvoihin ja kuormaun kohdistuvat varkaudet. Tämäkin on tyypillinen esimerkki kuljetusketjussa tarvittavasta tunnisteesta, jonka on kyettävä toimimaan vaativissa olosuhteissa "kelissä kuin kelissä". Järjestelmässä ajoneuvojen rahtitilaan pääsy edellyttää hyväksytyä kuittia lukijaan ja samanaikaisesti ohjaamo pysyy lukittuna, ja päinvastoin kun ohjaamon mennään tai kuljettaja on ohjaamon ulkopuolella ja lukitsee sen, tavaritila lukittuu myös automaattisesti.

Järjestelmän tietoturva on suuri ja sitä on vaikea hakkeroida. Jos ajoneuvokohtainen kuormatilan avaamisen tarkoitettu lätkä katoaa, kuormatila voidaan hallita etäohjauksesta käsin – ja siihen voidaan ohjelmoida uusi

pääsyoikeus, jolloin vanhalla tunnisteella ei enää pääse kuormatilaan. Evotecin järjestelmä parantaa merkittävästi turvallisuutta ja vähentää myös kuljettajien tarvetta ajoneuvon jatkuvaan vartiointiin.



Kuva 2.14. Kuljetusyksikön seuranta. www.idesco.fi

Järjestelmään kuuluvissa ajoneuvoissa on myös GPS-lähetin, joka päivittää ajoneuvon sijainnin ja ajoreitin järjestelmään. Verkossa toimivan ajoneuvojen seurantaohjelmiston tietoja hyödyntämällä kuljetusyritykset voivat vähentää polttoaineen kulutusta ja samalla kustannuksia.

RFID-esimerkki on työkonvalmistajalta. He ovat integroineet ERPiinsä teknologiatoimittajan RFID-ratkaisun, ja alihankkijoilla on RFID-tulostimet. Jokainen ostotilaus joka menee alihankkijalle, pitää sisällään tietoja, jotka alihankkija pystyy tulostamaan RFID-tulostimella ja liittämään toimituksen kylkeen, joka seuraa lähetystä koko toimituksen ajan. Kun tilaus saapuu kokoonpanotehtaalle, se rekisteröidään automaattisesti, koska saapuvan tavaran ovilla on RFID-portit. Portti lukee RFID-tägin tiedot ja välittää ne automaattisesti, 100 % tarkkuudella virheettömästi ja reaaliaikaisesti palvelimen kautta ERPiin ilman, että manuaalista työtä tai viivakoodien skannausta tarvitaan. Tämä on parantanut saldotarkkuuksia, vähentänyt tuotannon katkeamia ja auttanut madaltamaan varmuusvarastojen tasoa. (www.turckvilant.com). Tunnistusteknologioita voidaan käyttää myös varsinaisen operatiivisen toiminnan ulkopuolellakin. Tunnisteita voidaan kiinnittää joihinkin haluttuihin kappaleisiin tai jopa satunnaisotannalla, ja sitten niiden liikkeitä analysoida tehdä johtopäätöksiä koko tehtaan materiaalivirran sujuvuudesta. Eli uutta teknologiaa voidaan pilotoida ja sen hyötyjä arvioida joissakin tilanteissa myös ilman kokonaisvaltaista käyttöönottoa. Ja ennen investointipäätöksiä voidaan myös simuloida uuden tunnistusteknologian ketjuun tuomia hyötyjä.

2.4.5 Kuljetusten lämpötila- ja muu olosuhdeseuranta

Tämä alaluku kuvineen on poikkeuksellisen pitkä. Esittely voi olla paikoin liiankin yksityiskohtainen, mutta päädyimme tähän kuitenkin siksi, että teemassa voi olla nyt sekä kotimaisia että kansainvälisiä mahdollisuuksia, jos yksi RailGaten erikoistumisalueista olisi elintarvikkeiden vientihub.

Lämpötilojen hallinta ja seuranta on keskeisessä roolissa erityisesti elintarvike- ja lääkekuljetuksissa. Lämpösäädetyt elintarvikekuljetuksia koskee vakiintuneet määräykset. Korkeimmat ja alimmat lämpötilat

(tuotannossa ja kuljetuksissa) on määritelty erilaisille lihoille ja lihavalmisteille, maidolle ja maitovalmisteille sekä kalalle ja kalavalmisteille. Pakasteiden kuljetuslämpötila on vähintään -15 astetta.

Yleiskuvan elintarvikekuljetusten haasteesta, lainsäädännöstä ja määräyksistä saa dokumentista ”Elintarvikekuljetusten yleiset hyvän käytännön ohjeet” (18.11.2011):

1. Hygieniavaatimukset kuljetuksissa ja kriittinen hallintapiste HACCP
2. Kuljetustoiminnasta ilmoittaminen elintarvikeviranomaisille
3. Vastuut elintarvikekuljetuksissa
4. Osapuolet kuljetusketjussa
 - a. Lähettäjän vastuu
 - b. Kuljetuksen suorittajan vastuu
 - c. Kuormaajan vastuu
 - d. Kuljettajan vastuu
 - e. Vastaanottajan vastuu
 - f. Terminaalipitäjän vastuu
 - g. Vastuuhenkilöiden nimeäminen kuljetusketjussa
 - h. Kuljetusketjun vastuu
 - i. Viranomaisten vastuu kuljetusketjussa
5. Kuljetusketjun toiminta
 - a. Vastaanottoaika kuljetukseen (lähettäjä)
 - b. Vastaanotto kuljetukseen
 - c. Kuormaaminen ja purkaminen
 - d. Kuljettaminen
 - e. Terminaalitoiminta, säilyttäminen ja siirrot terminaalissa
 - f. Tuotteen luovutus kuljetusketjussa
 - g. Kuljetusketjussa samanaikaisesti elintarvikkeiden kanssa kuljetettavat ja terminaalissa lajiteltavat tuotteet, tavarat ja aineet
6. Toiminnan arviointi ja valvonta
 - a. Toiminnan arviointi ja valvonta
 - b. Korjaavat toimenpiteet
 - c. Asiakirjojen päivittäminen
7. Omavalvontaan liittyvät tukisuunnitelmat
 - a. Haittaeläintorjuntasuunnitelma
 - b. Siivoussuunnitelma
 - c. Lämpötilan seuranta
 - d. Lämpötilan seuranta- ja tallennuslaitteiden huoltosuunnitelma
 - e. Lämpötilan seuranta- ja tallennuslaitteiden mittareiden tarkastus- ja / tai kalibrointisuunnitelma
 - f. Lämmönsäätölaitteiden huoltosuunnitelma
 - g. Kuljetuskaluston huoltosuunnitelma
 - h. Henkilöstön osaamistarve, koulutussuunnitelma sekä koulutustiedostot
 - i. Toiminnasta saatavat tiedostot ja niiden arkistointimenettely
 - j. Toiminnassa sovellettavat lämpötilavaatimukset
 - k. Jätehuoltosuunnitelma
 - l. Työvaatesuunnitelma
 - m. Työsuojelusuunnitelma, työterveyshuollon toimintasuunnitelma, työturvallisuusriskien arviointi ja kuljetukseen liittyvät terveystarpeet

Elintarvikkeiden kuljettamista ja toimittamista säädellään elintarvikkeita koskevilla säädöksillä, tieliikenteen säädöksillä ja laeilla. Mm:

- Elintarvikelaki nro 23/2006
- Laki terveydensuojelulain muuttamisesta (24/2006)
- Valvonta-asetus 420/2011
- Elintarvikehuoneistoasetus 1367/2011
- Laitosasetus 1396/2011
- Pakasteasetus 818/2012
- Hygieniasaamisasetus 1115/2001
- Tieliikennelaki 729/2018
- Tiekuljetussopimuslaki
- 345/1979 Työaikalaki 872/2019

ATP-sopimus

Helposti pilaantuvien elintarvikkeiden kansainvälisiä kuljetuksia ja tällaisissa kuljetuksissa käytettävää erityiskalustoa määritellään ns. ATP-sopimuksella. <https://unece.org/transport/transport-perishable-foodstuffs> . Sopimuksessa on mukana yli 50 maata; mm. USA ja kaikki Euroopan maat sekä Venäjä + muut entisen Neuvostoliiton alueen valtiot.

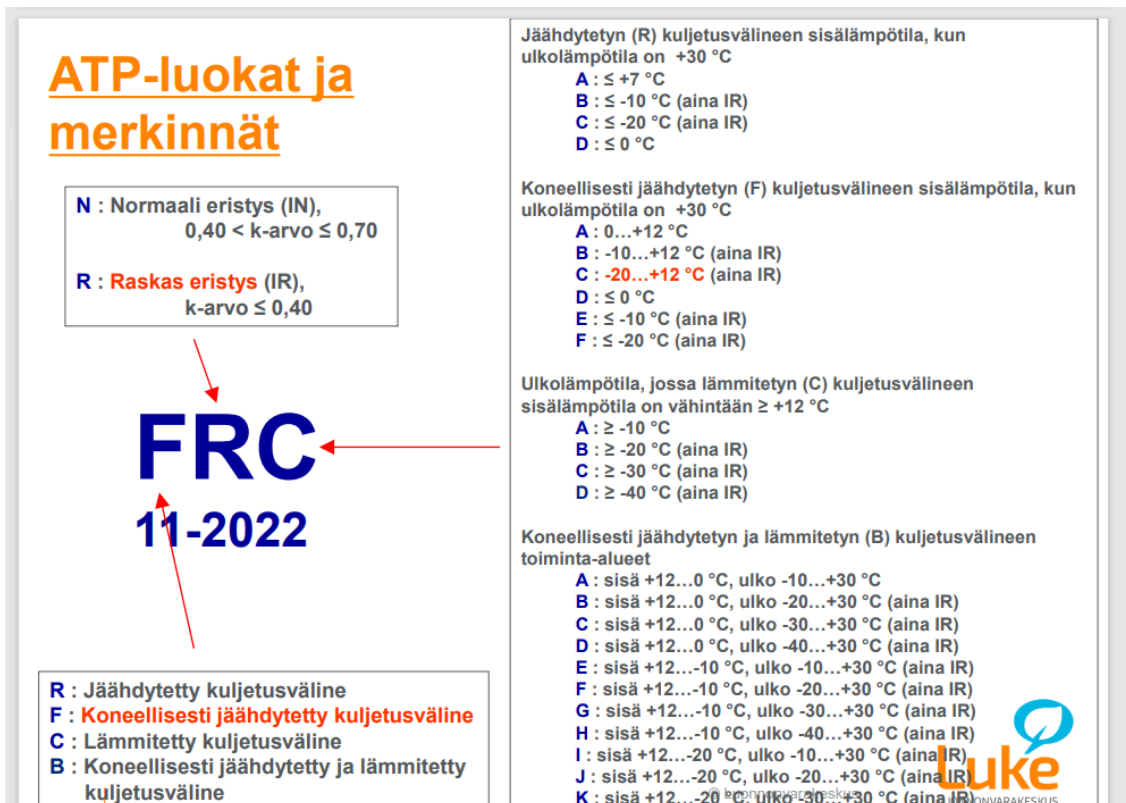
ATP-sopimuksessa määritetään

- kuljetukset, jotka kuuluvat sopimuksen piiriin
 - o Käytännössä kaikki pakastettujen elintarvikkeiden kuljetukset
 - o Suurin osa jäädytettyjen elintarvikkeiden kuljetuksista. Tuoreet hedelmät ja vihannekset eivät kuulu sopimuksen piiriin.
 - o Kun kuljetus tehdään maakuljetusvälineellä ja on kansainvälinen siten, että ainakin purkupaikka on ATP-sopimusmaassa.
- Elintarvikkeiden kuljetuslämpötilat
- Kuljetusvälineiden tekniset vaatimukset
 - o Korin eristyskyky
 - o Lämpötilansäätölaitteen teho
 - o Lämpötilan rekisteröinti
 - o Kuljetusvälineiden sertifiointi ja merkinnät

ATP-todistus on riippumattoman kolmannen osapuolen antama todistus siitä, että kuljetusväline täyttää ATP-sopimuksen vaatimukset. Suomessa ATP-todistukset antaa Luonnonvarakeskus (LUKE) Todistus perustuu yleensä tyyppitestihin ja on tyyppillisesti voimassa 6 vuotta korin valmistumisesta. Todistus on mahdollista uusiksi kolmeksi vuodeksi kerrallaan.

ATP-luokka merkitään kolmen eri määritteen perusteella

- Ensimmäinen merkki (R, F, C, B) koskee jäädytyksen tyyppiä
- Toinen merkki (N, R) tarkoittaa eristyksen k-arvoa
- Kolmas merkki tarkoittaa sisälämpötilan raja-arvoja eri ulkolämpötilaolosuhteissa



Kuva 2.15. Kuljetusvälineiden ATP-luokat. Luonnonvarakeskus Luke 2021.

Sopimus edellyttää, että pakastekuljetusvälineissä tulee olla standardin EB 12830 mukainen tallentava lämpötilan rekisteröintilaitte. Kun puhumme Esineiden Internetistä (IoT), tällaisia dataa synnyttäviä laitteita on yhä enemmän, ja kyse älykkäässä logistiikassa onkin siitä, miten me kykenemme tätä dataa hyödyntämään.

Elintarvikkeiden kotiinkuljetus

Elintarvikkeiden verkkokauppa alkaa olla Suomessa jo arkipäivää. Vallitseva pandemia, karanteenit, ravintoloiden aukiolorajoitukset sekä etätyöskentely ja -opiskelu ovat kasvattaneet elintarvikkeiden kotiinkuljetuksia merkittävästi. "Last mile" -elintarvikekuljetusten kysyntä on kasvanut nopeasti ja tilanne tulee säilymään ja trendi jatkumaan myös pandemian jälkeen mm. tottumusten muututtua, palvelutarjonnan vakiinnuttua ja luonnollisesti digitalisaation mahdollistamana.

"Kylmäauto" on pakettiauto joka on viileäeristetty ja varustettu lämmönsäätölaitteella. Kylmäauto on tällä hetkellä kaikkein yleisin verkkokauppojen tuotteiden kotiinkuljetuksissa. Auto rakennetaan yleensä merkki- ja mallikohtaisista elementeistä, joissa on eristeenä joko styrofoamia tai uretaania. Elementtien pinnat ovat yleensä lasikuitulaminaattia ja ne ovat helposti puhtaana pidettäviä ja vesipestäviä.

Ajoneuvon ulkopuolella on laitteen lauhdutin ja vastaavasti kuormatilaan sisälle asennetaan höyrystin tai höyrystimet. Lämmönsäätölaitte tarvitsee ajoneuvon omaa moottoria tai verkkovirtaa toimiakseen. Laitte jäähdyttää ja/tai lämmittää kuormatilan kuljettajan asettamaan lämpötilaan. Kylmäautot +0°C - +12°C välillä (FNA), pakasteautot -20°C - +12°C välillä (FRC), moniosastoiset -20°C - +12°C välillä (FNA-FRC).

Lämmönsäätölaite valitaan aina ajoneuvon ja käyttötarpeen mukaan. Ohjaavia tekijöitä ovat mm. ATP-määräykset, vaikka ajoneuvoa ei haettaisi ATP-luokitelluksi. Uudet hybridi- ja sähköpakettiautot on myös mahdollista tehdä kylmäautoiksi, pakasteautoiksi tai vaativiin lääkekuljetuksiin.



Kuva 2.16. Kuormatilan jakaminen eri lämpötila-alueisiin ja käytettäviä seurantalaitteita.

Auton kuormatilan lämmönseurantaan on useita vaihtoehtoja. Yksinkertaisimmat laitteet mittaavat esiasetetulla intervallilla kuormatilan lämpötilaa omaan muistiinsa. Laajemmat järjestelmät osaavat lisäksi seurata laitteen toimintaa, antaa hälytyksiä, tallentaa dataa 4G-yhteydellä palvelimelle, ja niihin voidaan liittää langattomasti useita antureita. Lämmönseuranta on pakollinen.

Lämmönseurantalaitteen tärkein ominaisuus on EN12830-, EN13485- ja EN13486-hyväksynyt. Yleisesti kuormatilaan sijoitetaan vähintään kaksi lämpöanturia, yksi höyrytimen imuun ja toinen takaosaan. Moniosastoisissa tai suuremmissa kuormatiloissa antureita on useampia. Anturit eivät saa olla kosketuksissa seinän kanssa ja ilman tulee virrata niiden ohitse vapaasti.

Suurin osa nykyaikaisista laitteista osaa jo keskustella keskenään. Liityntä voidaan hoitaa langallisesti tai langattomasti. Lämpötilojen lisäksi seurataan reittiä, työaikaa, ajotapaa, toimituksia, vastaanottajan kuitauksia, yms. Kaikkea voi seurata lähes reaaliaikaisesti ja kaikesta jää automaattisesti dokumentointi vuosiksi.

Network your freight, driver and vehicle



Kuva 2.17. Kuljetettava tavara, ajoneuvo ja kuljettaja yhdistetään toisiinsa teknologian avulla.

Suurempi järjestelmä voidaan rakentaa pienistä osista ja näyttää esimerkiksi kuljettajalle ajoneuvon omalla näytöllä tai puhelimella/tabletilla. Data kerätään yhteen ja näytetään keskitetysti.



Kuva 2.17. Seurantajärjestelmän näkymää.

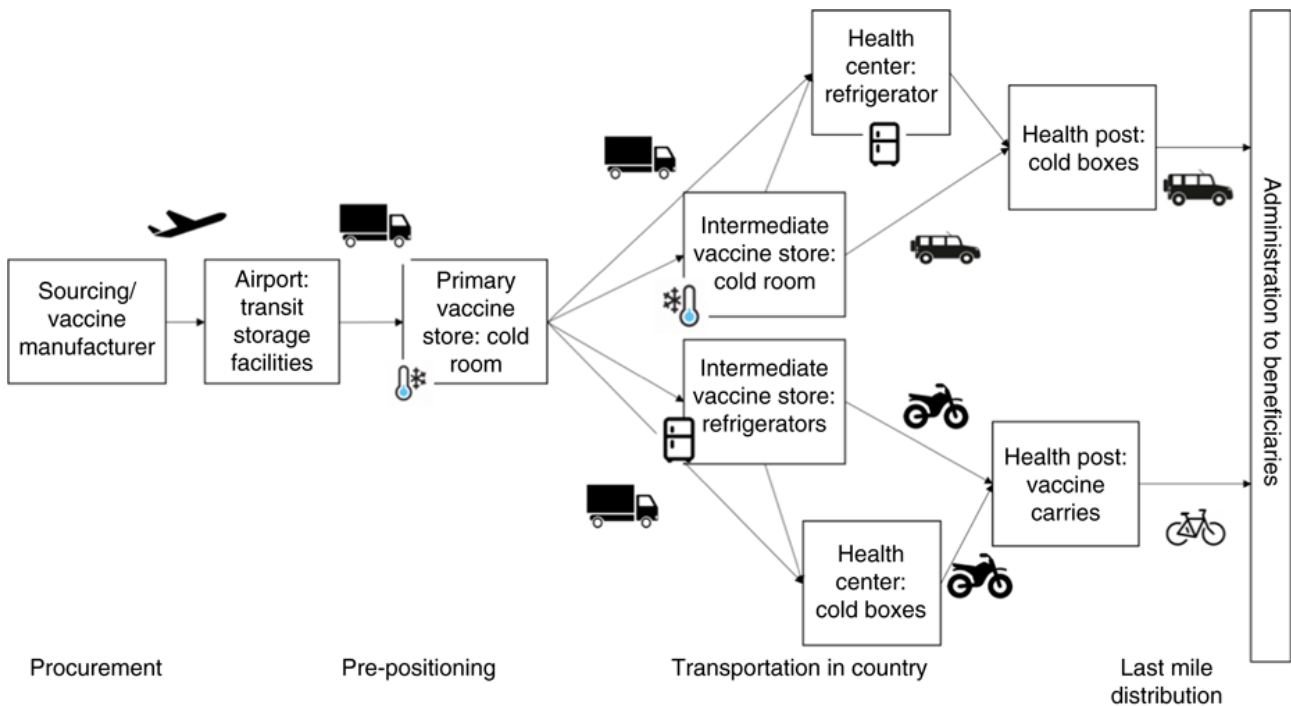
Lämmönseurannan ja telematiikan lähitulevaisuudessa IoT ja erilaiset API-rajapinnat tulevat muuttamaan voimakkaasti tuoteturvallisuutta ja kuljetusten ennakoitavuutta. Pohjalla käytetään jo aiemmin kerättyä ”Big Dataa” ja siihen lisätään uuden sukupolven laitteiden tuottamaa dataa. Järjestelmät osaavat olla proaktiivisia antureiden keräämän datan perusteella. Tämä tarkoittaa mm. erilaisia hälytyksiä ja reagointia ohjearvojen ylityksiin ja alituksiin.

HACCP (Hazard Analysis and Critical Points) -vaatimuksia

- Lastattavien ja purettavien tuotteiden lämpötila tulee aina mitata ja mielellään merkitä rahtikirjaan!
- Ilmankiertoa kuormatilassa ei saa estää.
- Kuormatila tulee esijäähdyttää ja/tai esilämmittää ennen lastaamista.
- Lämmönsäätölaite ei kykene muuttamaan kuljetettavien tuotteiden lämpötiloja.
- Mieti ja suunnittele toimintatavat mikäli kohtaat laiterikon tai lämpötilapoikkeaman.

Rokotteiden kylmäkuljetukset

Viime aikoina olemme saaneet seurata koronarokotteiden kuljetuksiin liittyvää kansainvälistä kuljetushaastetta. Sen lisäksi, että rokotteista on vielä ollut pulaa, on kriittistä seurata kunkin lähetyksen aitoutta ja olosuhdetietoa aina rokotushetkeen asti, että rokote on käyttökelpoinen.



Kuva 2.18. Rokotteiden kylmäketju.

Kuivajään kuljettaminen lennoilla hallittu riski (Yle 20.12.2020)

Koronarokotteiden kuljetukset ovat alkaneet viime viikkoina esimerkiksi Yhdysvalloissa, Britanniassa ja Israelissa. Lentoyhtiöille ja kuljetusliikkeille tehtävästä tekee haastavan Pfizerin rokotteen vaatima kylmäkuljetus 70 pakkasasteessa.

– Niiden pakkaaminen vaatii kuivajäätä, minkä takia lentokoneiden rahtikapasiteetti tulee käytettyä erittäin huonosti, sanoo DHL Global Forwarding Finlandin toimitusjohtaja Veli-Matti Qvintus.

Syyinä on se, että nestemäisestä hiilidioksidista valmistettu kuivajää kuluttaa happea, ja kuivajäähän pakattuja rokoteaihoita ei voida ottaa yhdelle lennolle suurina määrinä.

Esimerkiksi yhdessä Pfizerin rokotepakkauksessa on 5 000 rokotetta ja kuivajäää 23 kilogrammaa. Japanilainen ANA Cargo sallii kuivajäää lastattavan kaukolentoilla käytettävään Boeing 777-300 -koneeseen vain 800 kilogrammaa, ja lyhyemmillä lennoilla käytettävään Boeing 737-800 -koneeseen 250 kilogrammaa.



Kuva 2.19. Kuivajäää lisätään kuljetuksen aikana koronarokotteita sisältäviin pakkauksiin, jotta rokoteampullit säilyvät -70 asteen lämpötilassa. Deutsche Post DHL Group.

Kuljetusliikkeille ja lentoyhtiöille vaativa tehtävä

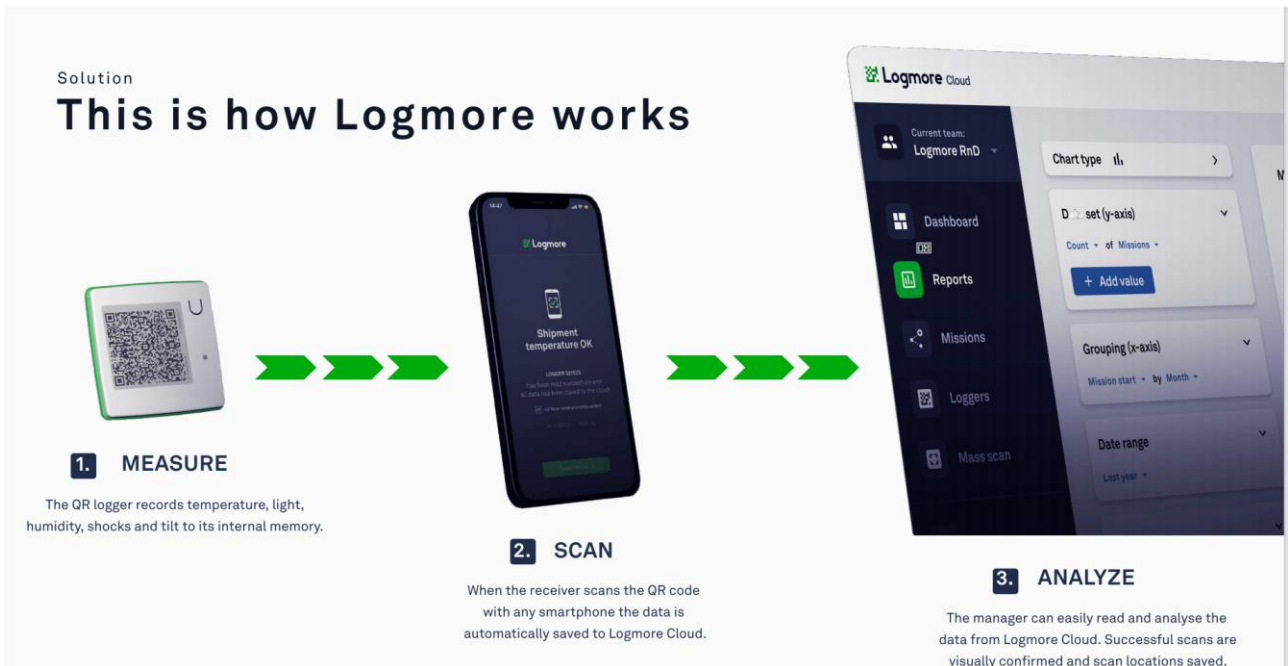
Yksistään Euroopassa jaettavana on ensi vuoden loppuun mennessä 1,5–2 miljardia rokotetta, ja koko maailmassa jopa 16 miljardia. Kuljetuksista puolet tapahtuu lentorahtina, mikä tarkoittaa noin 11 000:ta lentoa.

– Vaarana on, että muut lentorahtilähettykset voivat viivästyä, koska rokotekuljetukset priorisoidaan muiden edelle, sanoo Qvintus.

Rokotteiden kylmäkuljetusten haasteita

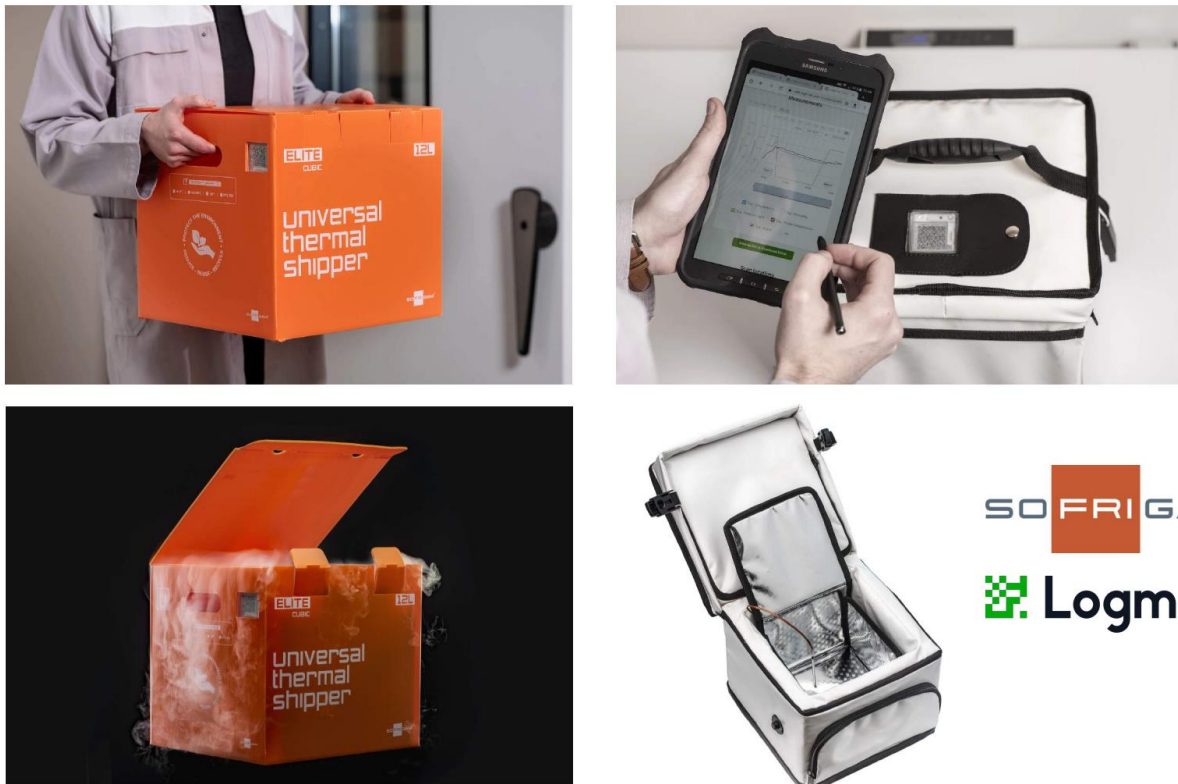
- Rokotteen matka valmistuksesta itse rokotustapahtumaan pitää saada läpinäkyväksi kaikkein vaihtelevain
- Operaattoreilla on erilaisia ja toisistaan poikkeavia järjestelmiä ja seurantamenetelmiä
- Saadaanko tieto kerättyä ”yhteen paikkaan”
- Seurantaan tarvitaan reitistä sekä kuljetustila-tasosta (statuksesta):
 - o Reitien optimointi
 - o Pakkaustavan valinta ja optimointi
- lämpötilan seurantatieto on oltava käytettävissä myös yksittäisen pakkauksen (kuljetuslaatikon) tasolla: ovatko pakkauksen sisältämät rokotteen kunnossa?

LogMoren esittämänä ja toteuttamana ratkaisuna rokotteille on seurannan erottaminen kuljetusketjusta itse pakkaukseen:



Kuva 2.20. Logmoren seurantaratkaisu. Logmore 2021.

Logmoren QR-ratkaisu toimii älypuhelimissa (ei siis erillisiä laitteita). Voi olla mukana lentorahdissa. Ideana on, että kuljetuslaatikkokohtaiseen seurantalaitteeseen (loggeriin ~ lokkeriin, lokitietojen keräämiseen) itseensä kerääntyä olosuhdetieto ja se on aina luettavissa QR-sovelluksella.

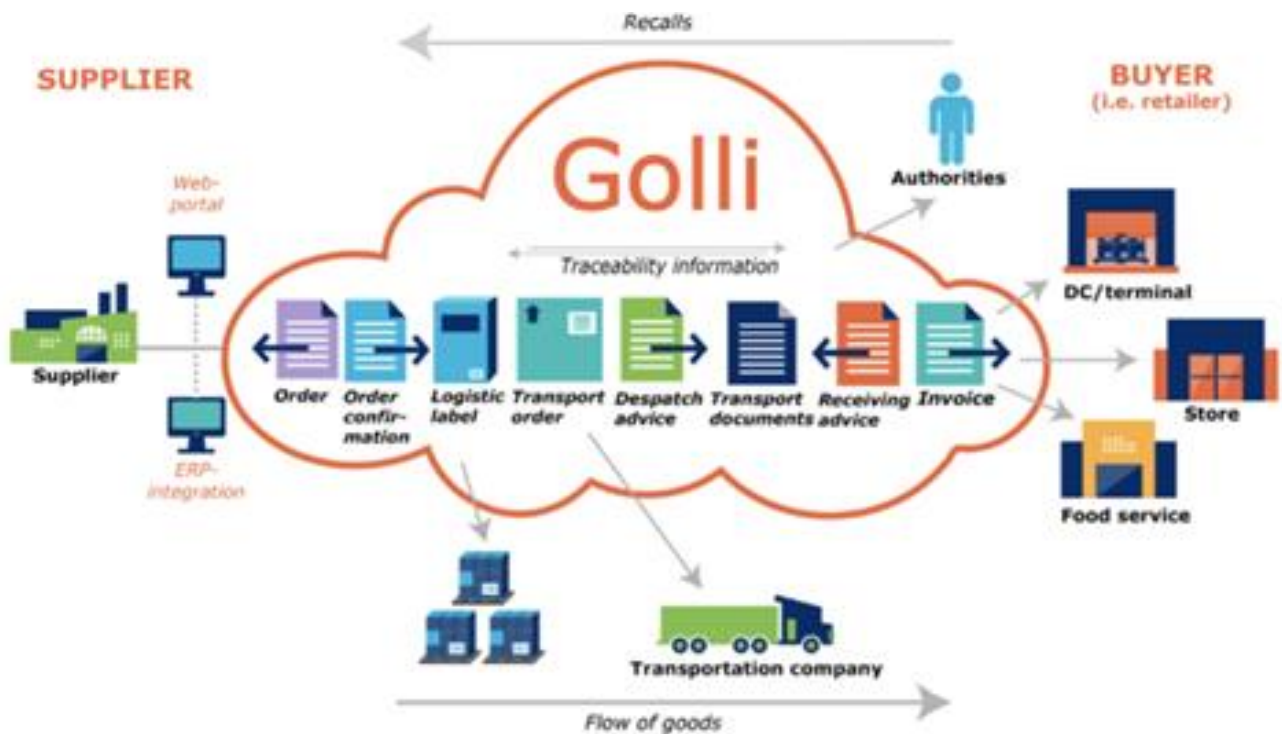


Kuva 2.21. Rokotteiden kuljetuslaatikoita ja QR-koodi. (Logmore 2021).

2.5 Kohti Golli 3.0:aa

Golli on Suomen GS1:n kehittämä pilvipalvelu päivittäistavarakaupan tarpeita varten. Gollissa pienemmät toimijat voivat ilman ERP- ja erityisesti ilman XML/EDI-investointeja liittyä keskusliikkeiden tavarantoimittajiksi ja lähettää toimituksensa siten, että koko kuljetusketju on digitalisoitu, kuten alla kuvassa 2.22 näkyy. Jo sähköisen kuljetustilauksen ja kuormakirjojen avulla kuljetustoimintaa saataisiin tehostettua – mikä todennäköisesti näkyy myös rahdinantajalle pitemmällä tähtäimellä parempana ja laadukkaampana palveluna tai kustannussäästöinä.

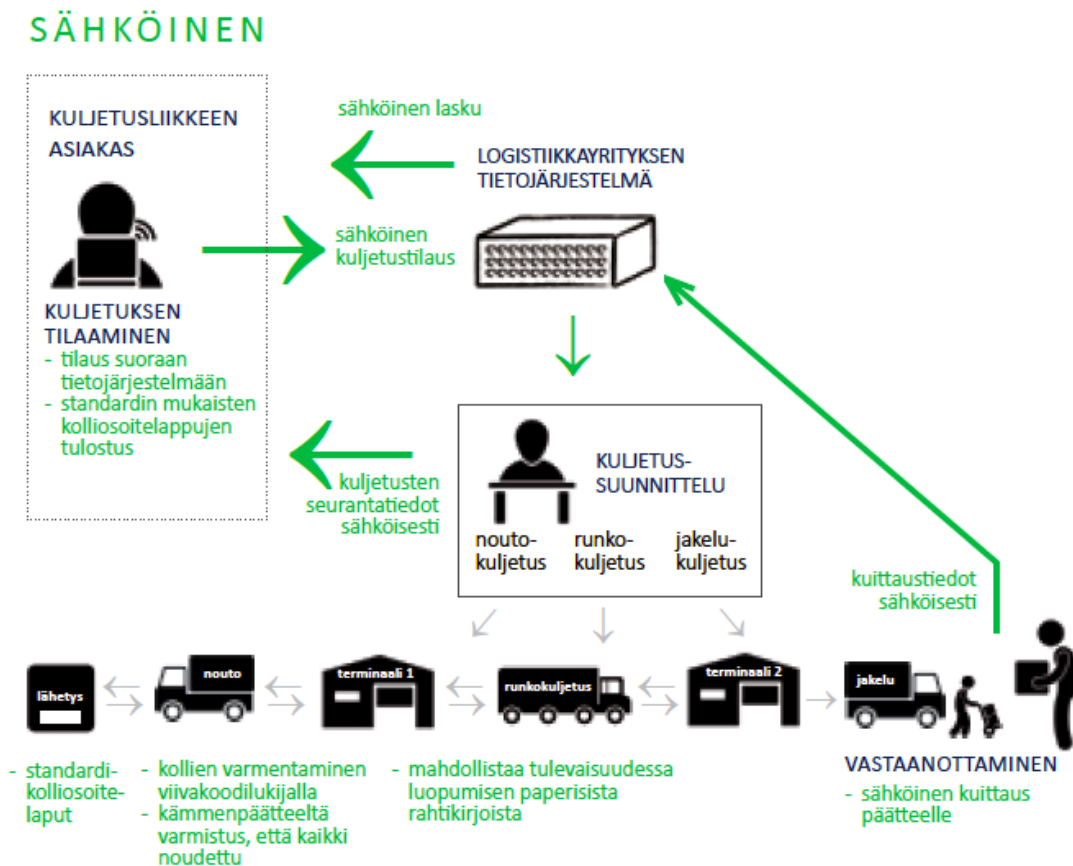
Tämä tehostaa kuitenkin kuljetusketjun lisäksi erityisesti vastaanottavan yrityksen työtä. Jos tällainen ratkaisu saataisiin sovellettua teollisuuteen, tilaus-toimitusprosessit voisivat tulla huomattavasti tehokkaammiksi, ja tarkemman sekä sujuvamman vastaanoton kautta myös varsinainen tehtaan materiaalihallinto tulisi paremmaksi.



Kuva 2.22. Golli-järjestelmä pilvipalveluna toimijoiden välillä. (www.gs1.fi)

Tällainen "Golli 2.0" kannattaisi kehittää ja implementoida teollisuusyritystenkin toimintamalleihin, kuten Lahtinen (2020) esittää. Pienemmille alihankkijoille ja materiaalityöntekijöille olisi valmis ratkaisu, kuinka he voisivat liittyä veturiyritysten (digitaalisiin) arvoketjuihin. Järjestelmässä olisi automaattisesti pakkaus- ja lähetysmerkinnät, sähköiset kuormakirjat ja kuljetustilaukset. Tieto saataisiin myös läpinäkyväksi koko toimitusketjussa. Kyse olisi siis pelisääntöjen, eräänlaisten toimitusstandardien, sopimisesta. Todennäköisesti olemassa olevilla ratkaisuilla päästäisiin riittävän pitkälle; käyttöönotettava ratkaisu vain toisi yhtäläisen mallin kaikkien osapuolten kesken. Ja koska "Golli 2.0" rakentuisi kv. toimitusketjustandardien päälle, suomalaiset yritykset voisivat käyttää sitä myös kv. kumppaneidensa kanssa toimiessaan.

Golli on laajempi ratkaisu kuin pelkkä ”sähköinen kuljetustilaus”, mutta sekin jo yksistään tuo merkittäviä etuja kuljetusketjun toimijoille. Kun toimeksianto saadaan sähköisenä, kuljetusliikkeen tuotannonohjaus tehostuu selkeästi ja rahdinantaja pystyy myös seuraamaan kuljetuksen etenemistä.



Kuva 2.23. Sähköinen kuljetustilaus (www.logistiikanmaailma.fi)

Golli 3.0 toimisi sujuvasti kansainvälisissä multimodaalisissa ketjuissa ja siinä syntyvä data palvelisi toiminnan kehittämistä. Kyseessä olisi siis alusta, jossa ostotilaukset, myyjän tilausvahvistukset ja toimitussanomien kulkisivat: tämä helpottaisi logistiikkapalveluyritysten toimintaa, mutta avaisi näkymää myös viranomaisille (ks. luku 3.4) tarpeellisilta osin sähköisen rahtikirjan kautta. Alustalla voisi olla myös osapuolten tarvitsema ja jaettavaksi tarkoitettu data, joka voi auttaa toiminnan kehittämisessä. Erityisesti todellisen kysyntätiedon jakaminen ketjussa on osoittautunut merkittäväksi keinoksi piiskavaikutukselta suojautumiseen ja resurssien käytön optimointiin.

2.6 Logistiikkayrityksen ohjelmisto- ja työkalukokonaisuus

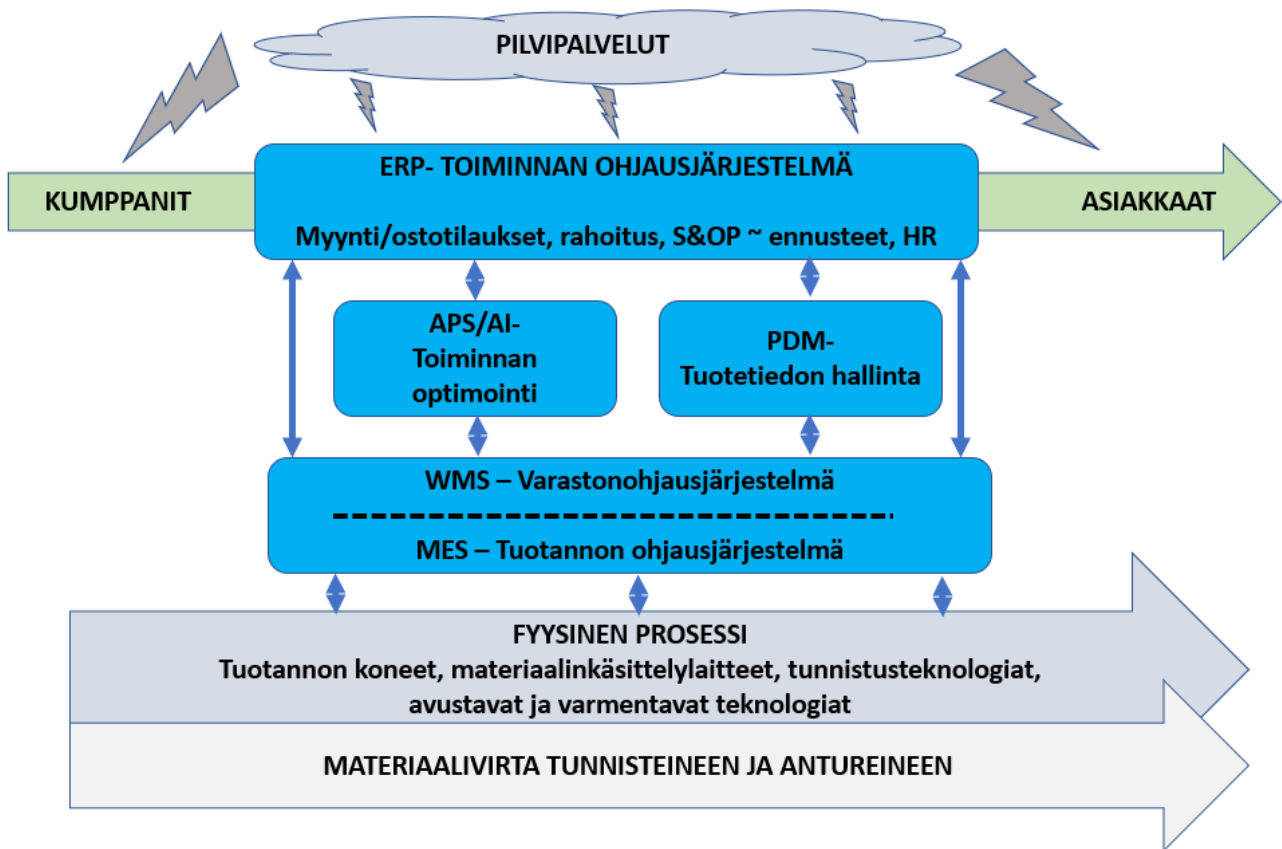
Tämä luku on jaettu kahteen osaan siten, että aluksi tarkastellaan yleisellä tasolla tietojärjestelmäkokonaisuutta Lahtisen (2020) esimerkin mukaisesti kaupasta ja teollisuudesta. Tämä sopii tähänkin raporttiin ”lähettäjän ja vastaanottajan” -perspektiivien hahmottamiseksi. Toinen alaluku puolestaan pohtii järjestelmärakennetta logistiikkatoimijoiden näkökulmasta.

2.6.1 Miten kaupan ja teollisuuden järjestelmät rakentuvat?

Keskusteluissa näkyy joskus ajatus, että suurilla yrityksillä järjestelmät ovat paremmalla tasolla kuin pienillä. Asia ei ole kuitenkaan kovin yksinkertainen: suurilla saattaa olla enemmän prosesseja, pidempi historia – ja sitä kautta hyvinkin monimutkaisia ja monipuolisia järjestelmiä, jotka eivät välttämättä kovin hyvin integroidu toisiinsa ja/tai yhteistyökumppaneiden järjestelmiin. Usein järjestelmien viidakossa saattaa myös niiden välimaastoon jäädä katvealueita, jotka vaativat manuaalista työtä – ja siten ovat omiaan aiheuttamaan viiveitä ja virheitä Master Dataan. Tässä voisi siten jopa esittää hypoteesin, että vahvan vision omaava pk-yritys kykenee yksinkertaistamaan ja virtaviivaistamaan prosessejaan siten, että niihin voidaan ottaa käyttöön kattava end-to-end -järjestelmä, joka hyödyntää reaaliaikaista ja täsmällistä tunnistamista. Nyt kun yritykset ovat uudelleen voimakkaasti aktivoituneet tähän automaattisen tietojenkäsittelyn (ATK) kehittämiseen, on mielenkiintoista nähdä, nousevatko pk-toimijat nopeammin esille näiden ratkaisujen tehokkaina hyödyntäjinä?

Digitalisaatio on myös laaja yleiskäsite ja osin päällekkäinen vanhan ATK:n kanssa, mutta tässä nostettiin tarkoituksella vanha termi esille. Voitaneen ajatella niin, että vasta nyt pk-yritykset voivat realistisesti ajatella hyötyvänsä niistä tekijöistä, joita vanhassa ATK:ssa hahmoteltiin jo muutama vuosikymmen sitten. Ehkä tässä raportissa on hyvä hahmottaa, että liikumme laajasti sekä virtuaalisessa että fyysisessä maailmassa – ja digitalisaatio tarkoittaa ensisijaisesti juuri sitä, kuinka fyysisen maailman elementit – esim. materiaalivirta – saadaan kytkettyä digitaaliseen muotoon ja siten yhdistettyä virtuaalisen toiminnan suunnittelu-, johtamis- ja mittaamiskäytäntöjen kanssa.

ISA 95 -standardi mahdollistaa erilaisten järjestelmien, kuten ERP:n (toiminnanohjaus), WMS:n (varastonhallinta), MES:n (tuotannonohjaus), APS:n (älykkäät toiminnan suunnittelujärjestelmät, AI:n (tekoäly), PDM:n (tuotetiedon hallinnan) jne. välisen yhteistyön sujuvuuden.



Kuva 2.24. Järjestelmien kytkeytyminen toisiinsa, toimitusketjuun ja fyysiseen materiaalivirtaan (Lahtinen 2020).

Toiminnanohjausjärjestelmiä (ERP) on saatavana runsaasti erilaisia. Nykyisin päädytään useimmiten hankkimaan yleisohjelmisto, jolle on oletettavasti saatavilla pitkä ylläpito (johon kyllä kannattaa kiinnittää huomiota, koska järjestelmän vaihtaminen on usein erittäin raskas ja riskialtis projekti). Samalla on kuitenkin hyvä kysyä, missä yritysten kilpailukyky syntyy, jos ne käyttävät samanlaisia ja/tai jopa samaa järjestelmää kuin kilpailijat, ja jota on hankala räätälöidä yrityksen omia prosesseja ja tarpeita vastaavaksi? ERP:ssä yleensä tapahtuu liiketoiminnan kannalta keskeiset asiat, kuten osto- ja myyntitilaukset, laskutus ja talous aina HR:ään asti. ERP onkin keskitetty tietokanta, josta voimme ottaa tietoja tarkasteltaviksi ja tallentaa niitä takaisin. ERP on yleensä laaja kokonaisuus, mutta se ei silti kykene ottamaan huomioon yrityksen omia erityistarpeita. Siksi avuksi on kehitetty useita muita ohjelmistoja, jotka voidaan liittää ERP:hen, ja joissa voidaan keskittyä tietyn erityisosa-alueen toimintojen hoitamiseen. Tällaisia on esimerkiksi asiakassuhteiden hallinta CRM, varastonhallinta WMS ja tuotannon toimeenpano MES (Manufacturing Execution System; tilanteesta riippuen WMS ja MES voivat olla myös yksi ja sama järjestelmä). Edelleen nyt käsillä oleva digitalisaatio sekä logistiikan ja materiaalihallinnon lisälaitteet, kuten viivakoodinlukulaitteet, puhe/valo-ohjausratkaisut ja automaattit on usein helpompi integroida WMS:n kuin ERP:n kanssa ja WMS puolestaan hoitaa yhteydet ERP:hen. Nämä WMS:n kytkeytyvät ”näkyvät teknologiat” ovat sitten yhteydessä tunnisteisiin ja antureihin fyysisessä materiaalivirrassa ja toimintaympäristössä. ERP ei yleensä ole kovin hyvä optimoinnissa tai tekoälyssä, vaan niitä varten on omia ohjelmistojaan (AI = Artificial Intelligence, APS = Advanced Planning System ~ Kehittynyt suunnittelujärjestelmä ~ esim. optimointiohjelmisto), jotka hyödyntävät muissa järjestelmissä olevaa dataa.

2.6.2 Logistiikkayrityksen ratkaisuja

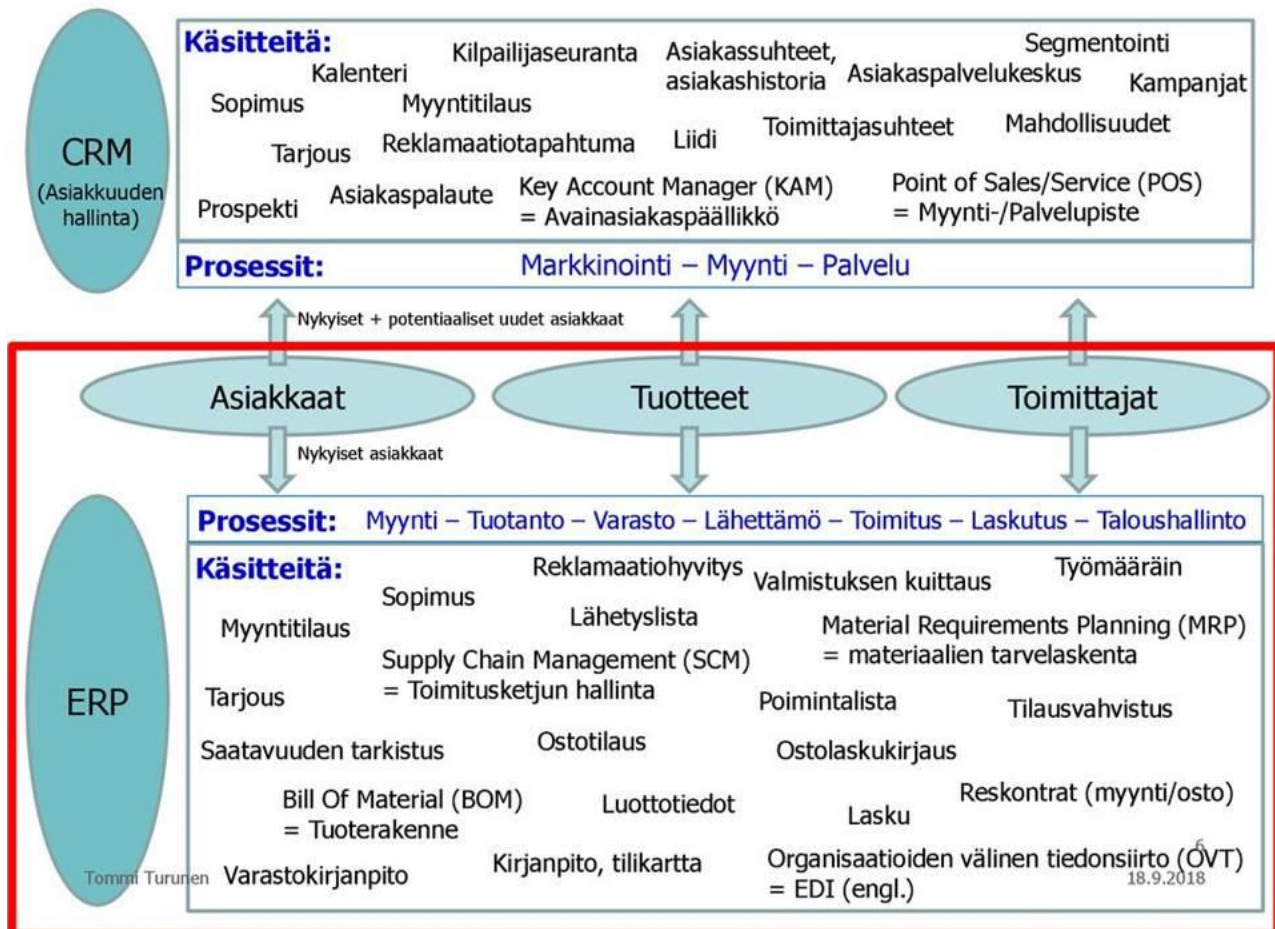
Logistiikkayrityksen tietojärjestelmäarkkitehtuurin kuvaamisessa voi lähteä (toimialariippumattomista) tarpeista eli sinällään logistiikkayritys on tavallinen ”palveluyritys”. Perustason ERP-ratkaisusta löytyy vastaukset ainakin seuraaviin tarpeisiin:

- Tarve hoitaa kirjanpitoa
- Tarve kirjata tilaukset -> Tarve kirjata toimitukset -> Tarve hoitaa laskutusta
- Tarve kirjata ostotilaukset -> Tarve kirjata saapumiset -> Tarve maksaa laskut
- Tarve hoitaa ”pankkiyhteydet”
- Tarve hallita varastoja (huom. eriytä oma ”inventory” vs asiakkaan materiaali); hyödynnetäänkö jopa WMS-järjestelmää?

Kokonaisvaltaisimmissa ERP-ratkaisuissa löytyy lisävastauksia mm. tarpeeseen

- 1) hallita muita resursseja (kaluston riittävyys, kunto, huolto)
- 2) hallita toimittajia ja heidän kanssaan tehtyjä sopimuksia sekä tuotteita / sopimushintoja,
- 3) tarpeeseen suunnitella hankintoja pitkäjänteisemmin -> Tarpeeseen optimoida varastoja,
- 4) tarpeeseen hallita asiakkuuksia (markkinointi-, myynti- ja palveluprosessia) kokonaisvaltaisemmin (esim. tarjous- ja sopimushallinta, kilpailijaseuranta, asiakaspalaute- ja reklamaatiohallinta, kampanjat, potentiaali- ja liidi-hallinta)
- 5) maksaa palkkoja ja
- 6) huolehtia henkilöstöresursseja (osaamista, riittävyyttä)

ERP + CRM -ratkaisujen kokonaisuutta kuvaa hyvin esim. seuraava kuva 2.25.

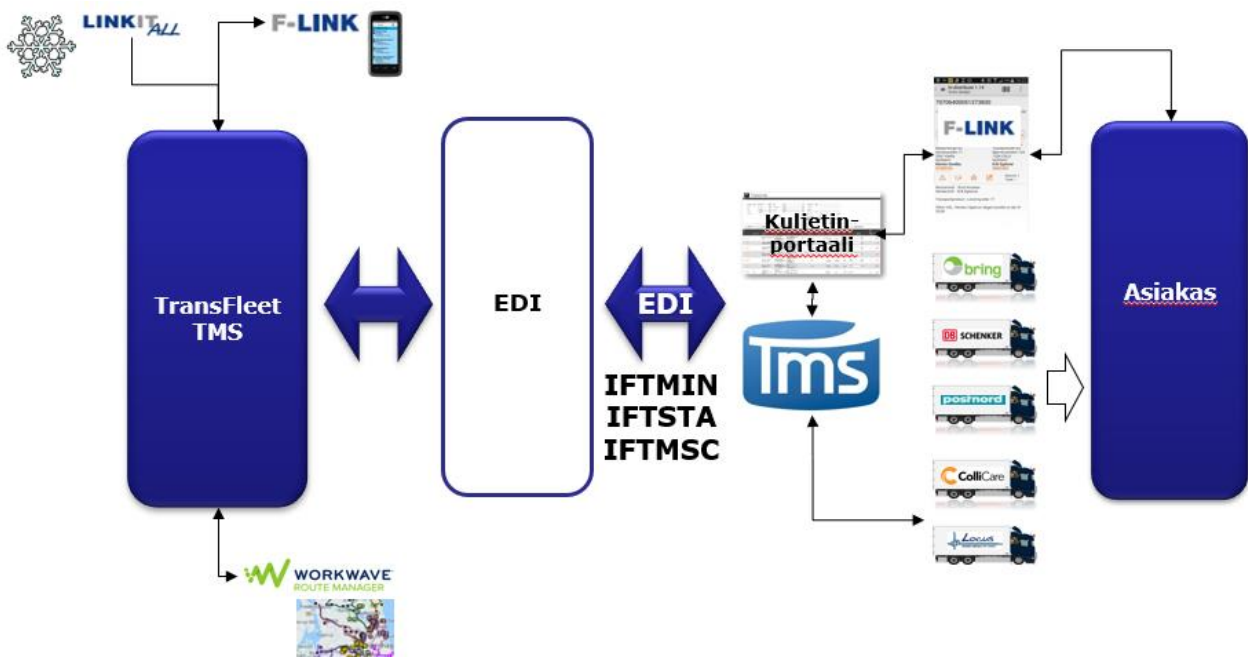


Kuva 2.25. Asiakassuhdehallinnan CRM ja toiminnanohjauksen ERP yhteensovittaminen (Haaga-Helia, Tommi Turunen, 18.9.2018)

Logistiikkayrityksen operatiivisen toiminnan kannalta tuleekin sitten esiin ”erityistarpeet”, joihin järjestelmillä on kyettävä vastaamaan, joita esim. kuljetuksiin painottuvalla palveluntarjoajalla voivat olla:

- 1) Tuotteiden ja palvelujen hinnoittelun hallinta
- 2) Toiminnanohjaus = työnohjaus ja ajojärjestely
- 3) Työajan seuranta
- 4) Kalustoseuranta ja paikannus
- 5) Autojen ja muun kaluston diagnostiikka
- 6) Ajotavan seuranta
- 7) Varastoinnin, siirtojen ja kuljetusten aikainen olosuhdehallinta
- 8) Varastojen ja terminaalien optimointi (tilat ja sisälogistiikka)
- 9) Kuljetusten ja reittien suunnittelu ja optimointi

Siinä missä tehtaan logistiikan kehittämisen yhdeksi avainratkaisuksi nostimme WMS:n, logistiikkapuolella – yrityksen palveluiden painopisteestä riippuen se ja/tai TMS (Transport Management System) on keskeinen työväline. Vaikka TMS-ratkaisuja onkin markkinoilla runsaasti, sinne saattaisi vielä mahtua uusiakin palveluntarjoajia. Tässä viitataan esimerkinomaisesti norjalaisen Locusin TransFleet TMS:ään kuvan 2.26 mukaisesti. Siinä huomio kiinnittyy itse asiassa kokonaisuuden laajuuteen erilaisine integraatioineen ja päätelaitteineen, kuten ”LinkItAll”, ”F-Link” tai IFS:n RouteWave -optimointikokonaisuuteen.

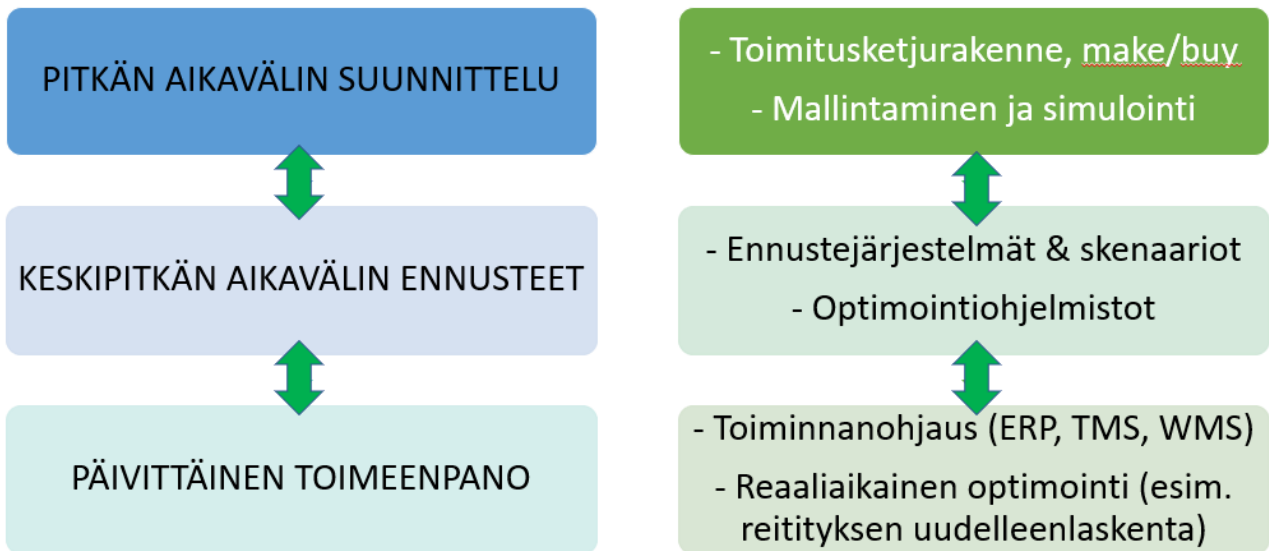


Kuva 2.26. Esimerkki TMS- ja integraatorajapinnoista. (Locus 2021).

Emme voi varmaksi sanoa, onko TMS:n ja nk. TCS:n välinen ero täysin selvä asia, mutta ainakin varaston puolella WMS:n ja WCS:n erot nähdään niin, että jälkimmäinen on jo enemmän tekninen tiedonkeruutapa, kun IoT:n myötä dataa syntyy joka tapauksessa paljon. Yksi logistiikkayrityksen järjestelmäarkkitehtuuria täydentävä ratkaisu on ns. TCS-järjestelmä (Transport Control System). Tämä (esim. suomalaisen Ecomond Oy:n TCS - OPTI) kattaa esim. seuraavat asiat:

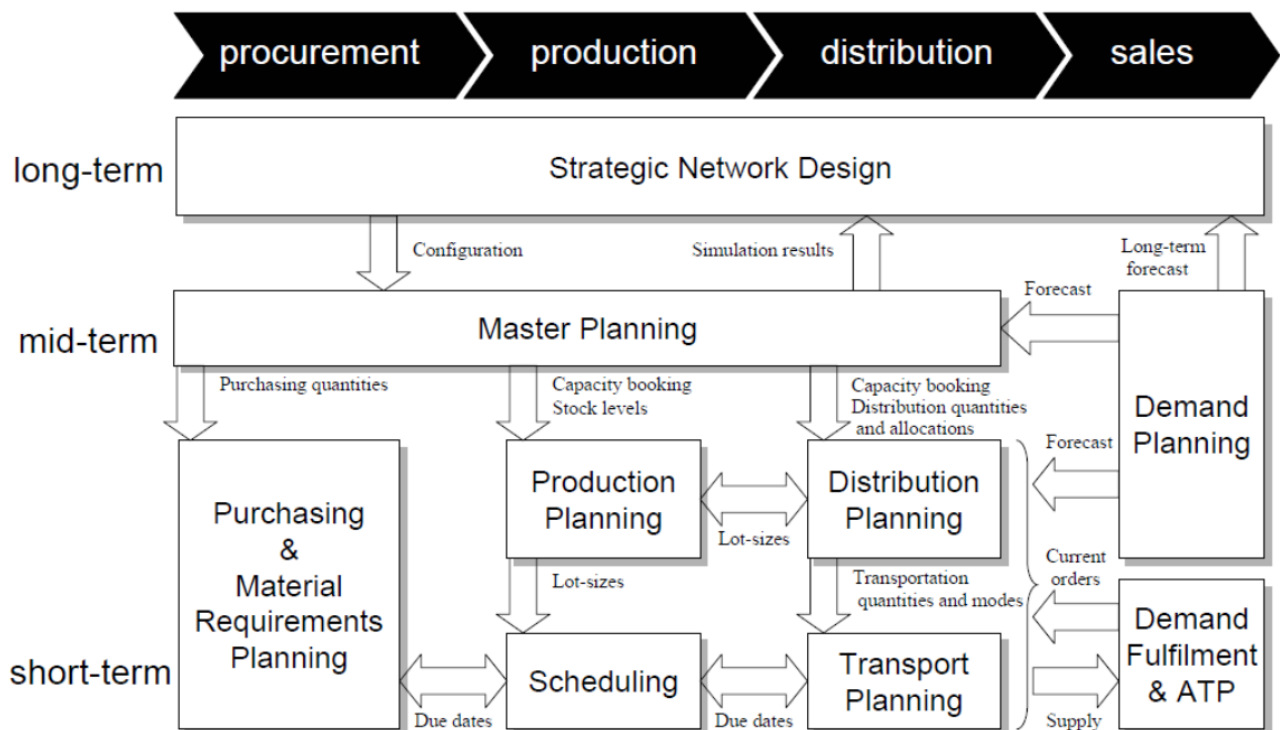
- 1) Tehtäväsuunnittelu, reittioptimointi ja ajojärjestely
- 2) Tehtävien / kaluston paikkaseuranta
- 3) Sähköisten tietojen välitys
- 4) Tavara- ja raaka-ainevirtojen hallinta
- 5) Sähköiset tehtävälistat
- 6) Viivakoodien ja RFID:n hallinta
- 7) Työajanseuranta
- 8) Tehtävien lisääminen reitille reaaliajassa
- 9) Tehtävien seuranta ja hallinta reaaliajassa
- 10) Punnitus- tai lämpötilatietojen automaattinen tallentaminen
- 11) Langaton tiedonsiirto ajoneuvon ja toimiston välillä
- 12) Kuljetusten ja tehtävien tehokkuuden seuranta
- 13) Laskutus-, tilitys- ja työaikatietojen automaattinen siirto taustajärjestelmään (ERP)

Karkealla tasolla voimme kuvata ohjelmistohierarkiaa myös siitä näkökulmasta, kuinka pitkälle aikavälille sillä voidaan vaikuttaa. Tätä yritetään hahmottaa seuraavassa kuvassa 2.27. Päivittäisen toiminnan ohjaamisen kannalta keskeisin väline on toiminnanohjausjärjestelmä ERP, mutta liiketoiminnan ennustamisen ja suunnittelun – ja sitä kautta strategisen suunnittelun ja resurssien allokoinnin kannalta myös ERP:n dataa hyödyntävillä muilla järjestelmillä on suuri painoarvo.



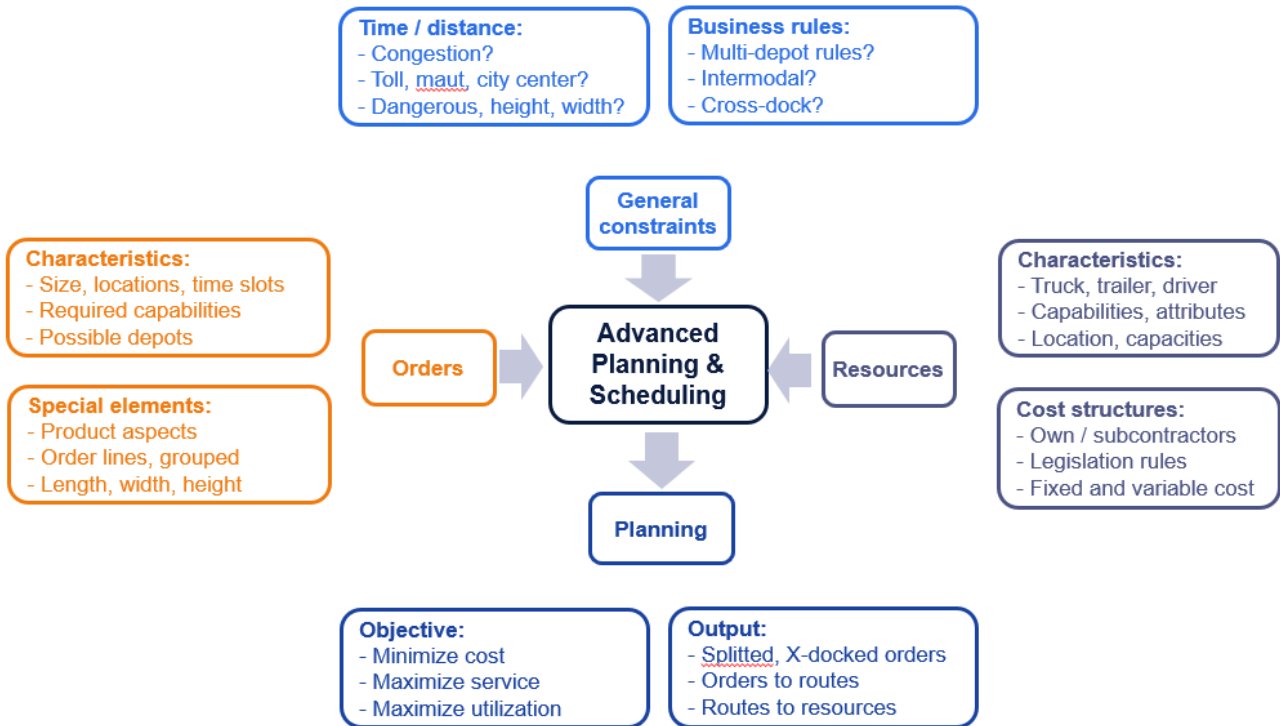
Kuva 2.27. Suunnittelu-, ohjaus- ja seurantaohjelmistojen hierarkia.

Kahta ylintä suunnittelu- ja ennustamisohjelmistokokonaisuutta voidaan vielä pilkkoa pienempiin osiin erilaisiksi ohjelmistomoduleiksi. Näillä voidaan myös vaikuttaa erilaisilla aikaväleillä ja toimitusketjun vaiheissa kuvan 2.28 mukaisesti. Nämä ohjelmistot saavat datansa siis usein mm. ERP:stä ja laskennan tulokset voidaan edelleen palauttaa uusina ohjausarvoina varsinaiseen toimeenpano-ohjelmistoon. Myös suunnitteluohjelmamodulien välillä on merkittäviä informaatiovirtoja. Yksi osa suunnittelua on kuljetukset (tässä kuvassa Transport Planning). Muutoin kuva sopii laajemminkin käytettäväksi eri toimialoilla esim. aiemmassa luvussa olevan kuvan 2.24 "APS/AI"-sisällön avaamiseen.

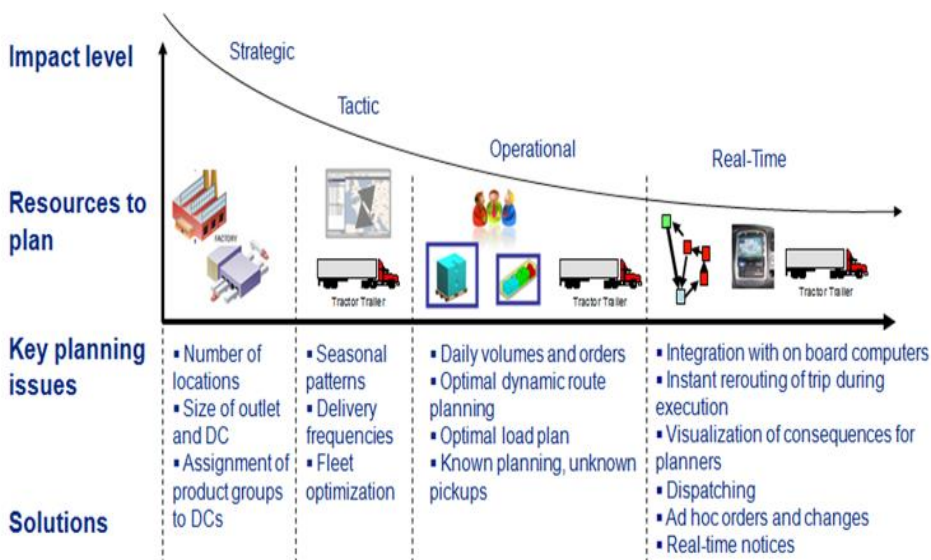


Kuva 2.28. Älykkäiden suunnittelujärjestelmien (APS ~ Advanced Planning System) hierarkia eri aikajännteille ja toimitusketjun osiin sekä niiden väliset informaatiovirrat. (Stadtler & Kilger 2008).

Jos APS-järjestelmän hyödyntämistä mietitään käytännössä, niin ymmärrämme nopeasti, kuinka runsaasti se vaatii täsmällistä dataa, jotta laskennan tulokset ovat luotettavia. Tätä on lueteltu kuvassa 2.29. Suunnitteluohjelmisto tarvitsee siis yksityiskohtaiset tiedot tilauksista (mitä tilattu, mihin osoitteeseen ja aikaikkunaan jne.), käytössä olevista resursseista (ajoneuvoista, niiden kapasiteetista, nykyisestä sijainnista, operointikustannuksista jne.) sekä toiminnan rajoitteista (esim. ruuhka, aikaikkunat rautatiefrekvensseille).



Kuva 2.29. Esimerkki kuljetusyrityksen optimointiohjelman vaatimista tiedoista ja sen antamista ratkaisuista. Ortec markkinointimateriaali 2016.



Kuva 2.30. Yrityksen logistiikan ja toimitusketjun älykkään ohjausjärjestelmät ovat tyypillisesti erillisiä sovelluksia, joilla hoidetaan erilaisia tehtäviä.

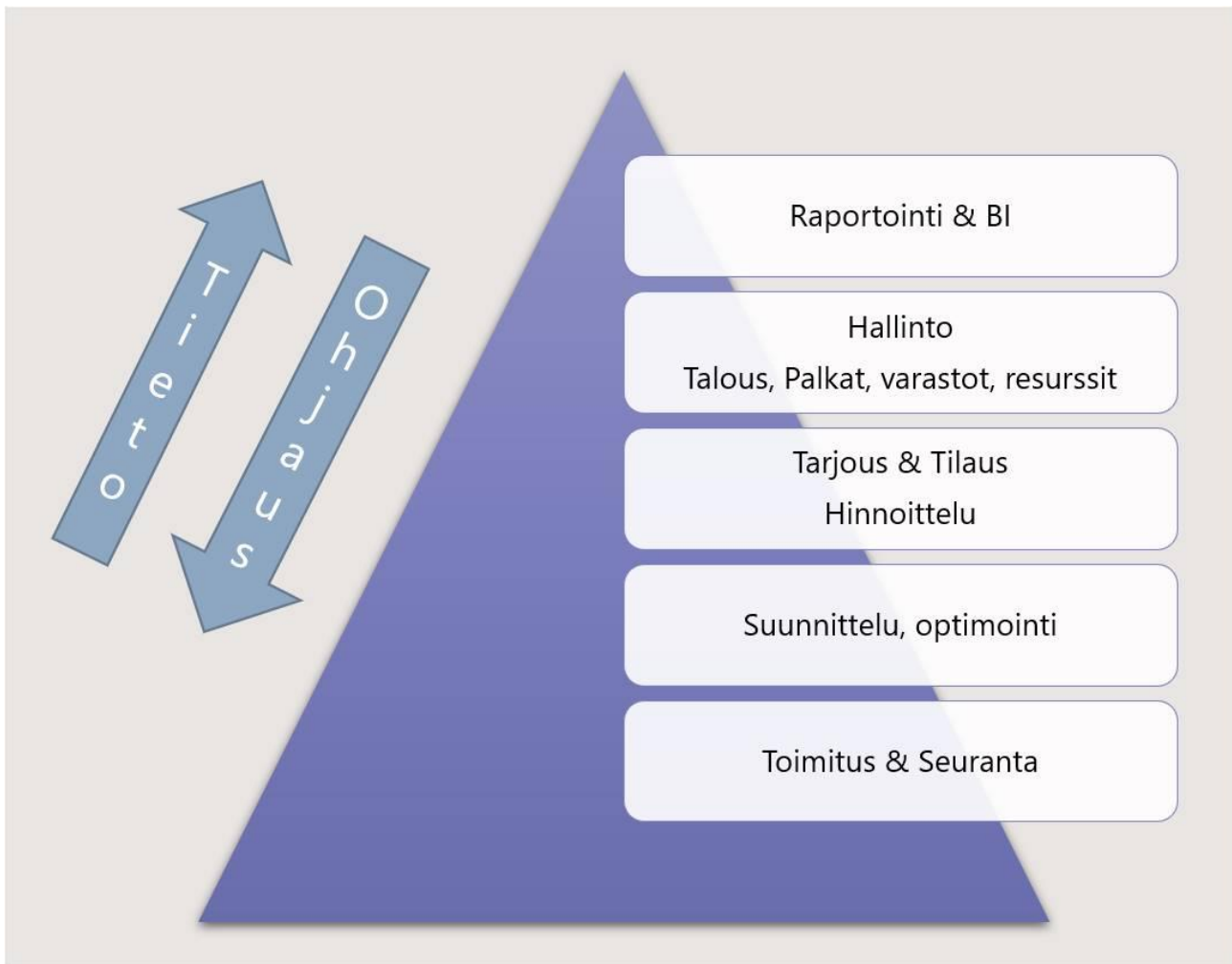
Kuljetus- ja palvelulogistiikkaa tukevien järjestelmien ominaisuuksia / vaatimuksia:

- 1) Palvelutuotteistaminen ja hinnoittelun hallinta
- 2) Tilausten ja tehtävien vastaanotto, konvertointi ja älykäs mitoittaminen
 - a. Integraatorajapinnat
 - b. Muunnokset
 - c. ”Mitallistaminen” (esim. tehtävien oletuskestot ja jatkuva oppiminen)
- 3) Jakson tehtäväsuunnittelu, resursointi ja optimointi (resurssien kustannustehokas käyttö)
 - a. Toimintavaihtoehdot ja niiden vertailut
 - b. Reittien optimointi ja aikataulutus
 - c. Käytettävän kaluston henkilöstön käytön optimointi huomioiden vaatimukset ja rajoitukset
- 4) Tehtäväksiantojen ja resurssikohtaisten työjonojen/listojen hallinta
- 5) Tehtävien suorituksen reaaliaikainen seuranta (mm. työaika, kilometrit, paikkatieto, lämpötila, kosteus jne.)
- 6) Kuljetuskaluston hallinta
 - a. Kuntoseuranta
 - b. Huollon automaatio

Terminaalilogistiikkaa tukevien järjestelmien ominaisuuksia / vaatimuksia:

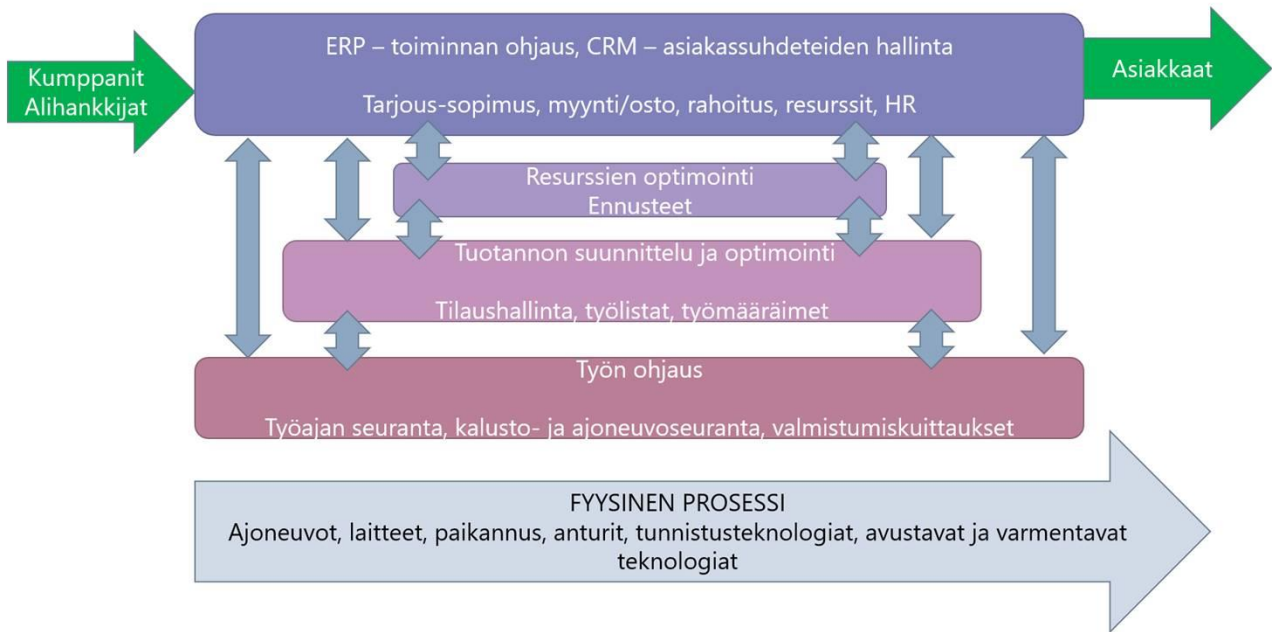
- 1) Palvelutuotteistaminen ja hinnoittelun hallinta
- 2) Logistiikkavirtojen havainnointi ja simulointi
- 3) Yhdistämismahdollisuuksien löytäminen
- 4) ”Kuormien” löytäminen
- 5) Terminaalisijaintien optimointi versus joustavuus
- 6) Vaihtoehdot ja niiden vertailut
- 7) Terminaalin käytön optimointi huomioiden vaatimukset ja rajoitukset
- 8) Terminaalin lisäarvopalvelujen resursointi ja resurssien käytön optimointi
- 9) Terminaalin sisälogistiikan optimointi
- 10) Tehtävien suorituksen reaaliaikainen seuranta (mm. työaika, sijainnit, olosuhdetiedot)

Logistiikkayrityksen tietojärjestelmät voi nähdä eri tasoisina hierarkioina, joissa ohjaus virtaa ylhäältä alas ja tieto virtaa alhaalta ylös kuvan 2.31 mukaisesti. Tiedonkerääminen alatasolla päivittäisestä tavaravirrasta voi tapahtua automaattisesti tunnistusteknologioiden avulla.



Kuva 2.31. Tieto virtaa alhaalta ylös ja ohjaustratkaisut ylhäältä alas.

Kaupan ja teollisuuden yritysten järjestelmien liittymistä toisiinsa (kuva 2.24) voidaan soveltaa siten pienine muutoksineen myös logistiikkapalveluntarjoajan tietojärjestelmiin alla olevan yhteenvedon 2.32 mukaisesti.



Kuva 2.32. Yrityksen tietojärjestelmien yhteensopivuus.

2.7 Sähköinen asiointi kuljetusyrityksen kanssa - rajapintoja?

Logistiikan sähköiset toimintatavat ovat edellytys virheettömälle, laadukkaalle ja kustannustehokkaalle kuljetustoiminnalle. Sähköiset kuljetustiedot auttavat kuljetuspalvelujen tuottajia toteuttamaan oman osuutensa logistiikkaketjussa, mikä takaa loppuasiakkaalle hyvän palvelutason. Liian moni lähetys harhautuu ja/tai myöhästyy nykyään puutteellisten tai epäselvien kuljetustietojen vuoksi. Tietoyhteiskunnan kehittämiskeskus TIEKE ry on koonnut ”logistiikan sähköisen tietopakettin” <https://tieke.fi/hankkeet/logistiikka-ja-alyliikenne/logistiikan-sahkoinen-tietopaketti-kokoelma/>, johon tämän luvun alkuosa perustuu (TIEKE 2021). Linkistä pääsee perehtymään tarkemmin yksityiskohtaisiin teknisiin ohjeisiin.

Informaatiopaketti on suunnattu yritykselle, joka haluaa tehostaa toimintaansa asioimalla sähköisesti kuljetusliikkeen kanssa tai kehittää nykyistä yhteistyötään. Aineisto on koottu LVM:n ja Logistiikkayritysten liiton puolesta.

Logistiikka nähdään keskeisenä yrityksen kilpailukyvyllä, asiakaspalvelulle ja kannattavuudelle. Tietojärjestelmiä hankitaan paljolti oman talon ulkopuolelta (mikä varmaan on hyväksikin), mutta osaamista aihepiiriin tarvittaisiin enemmän: nämä ovat kuitenkin keskeisessä roolissa tulevaisuuden menestymisen varmistamisessa – ja niiden avulla voidaan liittyä myös kuljetusketjuun sujuvammin. Itse asiassa sähköistä asiointia on käytetty melko vähän, mutta onneksi se on nyt kasvanut nopeasti. Pirstaleiseltakin toimialalta voidaan saada uutta tehoa ja säästöä, kun luodaan yhdessä selkeät pelisäännöt ja toimintamallit. Ja yhdenmukaisia toimintoja on helpompi siirtää tietoteknisin välinein toteutettaviksi.

Sähköisestä toimintatavasta logistiikassa on runsaasti hyötyjä. Käyttöönottolla on vaikutusta sekä kuljetusasiakkaan että kuljetusyrityksen toimintaan. Seuraavassa on listattuna syitä, miksi kuljetuspalveluja käyttävälle yritykselle on edullista ottaa sähköinen toimintatapa käyttöön:

- vähentää virheitä ja manuaalisia työvaiheita,
- tehostaa logistiikkatyötä ja alentaa kustannuksia,
- mahdollistaa kuljetusketjut ja kuljetusten yhdistelyn tehokkaan hallinnan ja seurannan,
- luo perustaa logistiikka-alan palvelujen kehittymiselle tulevaisuudessakin,
- edistää sähköisten toimintatapojen käyttöönottoa pienissä ja keskisuurissa yrityksissä,
- tehostaa (kuljetus)yritysten välistä yhteistyötä,
- luo alalle kilpailua ja kehittää logistiikkapalvelutarjontaa,
- parantaa suomalaisten kuljetusyritysten ja Suomen logistista kilpailukykyä,
- ehkäisee harmaata taloutta sekä
- vähentää kuljetusten ympäristöhaittoja ja hillitsee ilmastonmuutosta.

Sähköinen asiointi kuljetusyrityksen kanssa voidaan toteuttaa TIEKEN mukaan seuraavasti. Asiakas eli kuljetuksen tilaaja luo kuljetustilauksen manuaalisesti tai suoraan järjestelmästä ja lähettää sen kuljetusyritykselle. Lähetysstatuksen vastaanottajan tapauksessa asiakas voi olla myös jokin kolmas osapuoli, esimerkiksi tilauksen vastaanottaja.

Sähköisellä kuljetustilauksella varataan käyttöön kuljetuskapasiteettia ennalta tiedetyn tai myöhemmin tarkennettavan tavaraerän kuljettamiseksi. Nettipalveluissa kuljetus tilataan ennalta määritellylle ja tiettyyn aikaan lähetettävälle tavaraerälle, eikä kuljetuskapasiteetin varaaminen yksilöimättömällä tasolla ole yleensä mahdollista. Kapasiteetin ennakkovaraus on mahdollista normaalilla tilaussanomalla.

Tavaroiden kuljetusta ja käsittelyä varten tarvittavat tiedot löytyvät standardirahtikirjasta. Rahtikirja varmistaa kuljetussopimuksen ja toimii adapterina manuaalisen ja sähköisen prosessin välillä (ei sulje pois sähköisen tiedonsiirron käyttöä). Standardirahtikirjan täyttöohjeet löytyvät standardin soveltamisohjeesta (SFS 5865). Standardirahtikirjan käyttö on välivaihe siirryttäessä kohti sähköistä toimitusketjua. Kuljetusasiakkaalle standardirahtikirjan käyttö varmistaa sen, että kaikki kuljetuksen perille toimittamiseen tarvittava tieto sekä ohjeet siitä, miten kuljetus tehdään, tulevat kirjattua ja tiedoksi rahdinkuljettajalle.

Sähköinen rahtikirja (lähetystieto) vastaa tietosisällöltään rahtikirjalomaketta, mutta se toimitetaan kuljetusyritykselle sähköisessä muodossa, jolloin sen käsittely kuljetusyrityksessä on nopeampaa ja virhemahdollisuudet pienenevät. Sanomasta, jolla rahtikirjatieto lähetetään, käytetään nimeä lähetystieto. Sähköisen rahtikirjan (lähetystiedon) tulostaminen on mahdollista standardin mukaisena lomakkeena. Uusia tulokkaita sähköisten rahtikirjojen markkinaan ovat esimerkiksi Waybiller ja Mobicarnet (nk. eCMR).

Rahtikirjoissa (ja lähetystiedoissa) tulee käyttää ainutkertaista rahtikirjanumeroa (12 merkkiä). Ainutkertainen rahtikirjanumero esitetään standardirahtikirjassa myös viivakoodimuodossa. Ainutkertaisia rahtikirjanumeroita voi tilata määrätyn kokoisina erinä (numeroavaruus) Logystä. Ainutkertainen rahtikirjanumero mahdollistaa mm. lähetysten seurannan.

Sähköisiä kuljetusasiakirjoja tukee toimitettavaan tavarahan kiinnitettävä kollilappu, joka auttaa tavarahan käsittelyssä kuljetuksen aikana (nouto, terminaalikäsittelyt, jakelu ja tavarahan vastaanotto) sekä ainutkertainen rahtikirjanumero, jonka avulla lähetyksen tilaa voi seurata kuljetuksen etenemistä kuljetusyrityksen nettipalvelusta. Tämä vaatii asiakkaalta omaa aktiivisuutta, mutta mahdollistaa seurannan myös muille osapuolille, joille lähettäjä on ilmoittanut lähetyksen tunnistetiedot. Kolliosoitelappua käytetään kollien tunnistamiseen toimitusketjun eri vaiheissa, erityisesti terminaalikäsittelyssä ja jakelussa.

Standardoitu kolliosoitelappu muodostaa linkin toimitustiedon (rahtikirja) ja kuljetettavan tavarahan (kollit) välille. Se sisältää viivakoodin/RFID-tagin, jonka avulla se toimii linkkinä myös sähköisen tiedon ja kuljetettavan tavarahan välillä. Monet kuljetusohjelmistot ja palvelut pystyvät tuottamaan myös kolliosoitelapun.

Lavalappua käytetään kuljetusyksiköiden tunnistamiseen, toimitusten seuraamiseen ja jäljitykseen toimitusketjun eri vaiheissa. Lavalapussa tulee käyttää SSCC-tunnistetta, joka voidaan esittää viivakoodilla tai RFID-tunnisteella. Lavalappua voidaan käyttää myös silloin, kun lähetys koostuu ominaisuuksiltaan erilaisista tuotteista, jotka on pakattu samalle vastaanottajalle menevään samaan kuljetus/käsittely-yksikköön.

Ajantasaisen kuljetustilanneraportoinnin avulla voidaan reagoida nopeasti poikkeamiin toimituksissa ja minimoida niistä mahdollisesti aiheutuvat kustannukset ja muut haitat. Kuljetustilannetiedon avulla voidaan myös parantaa asiakaspalvelua ja tiedottaa asiakasta mahdollisesti jo etukäteen tietoon tulleista poikkeamista kuljetuksen kuluessa. Kuljetustilannetietoa on mahdollista käyttää myös kuljetusyritysten toimintalaadun vertailuun.

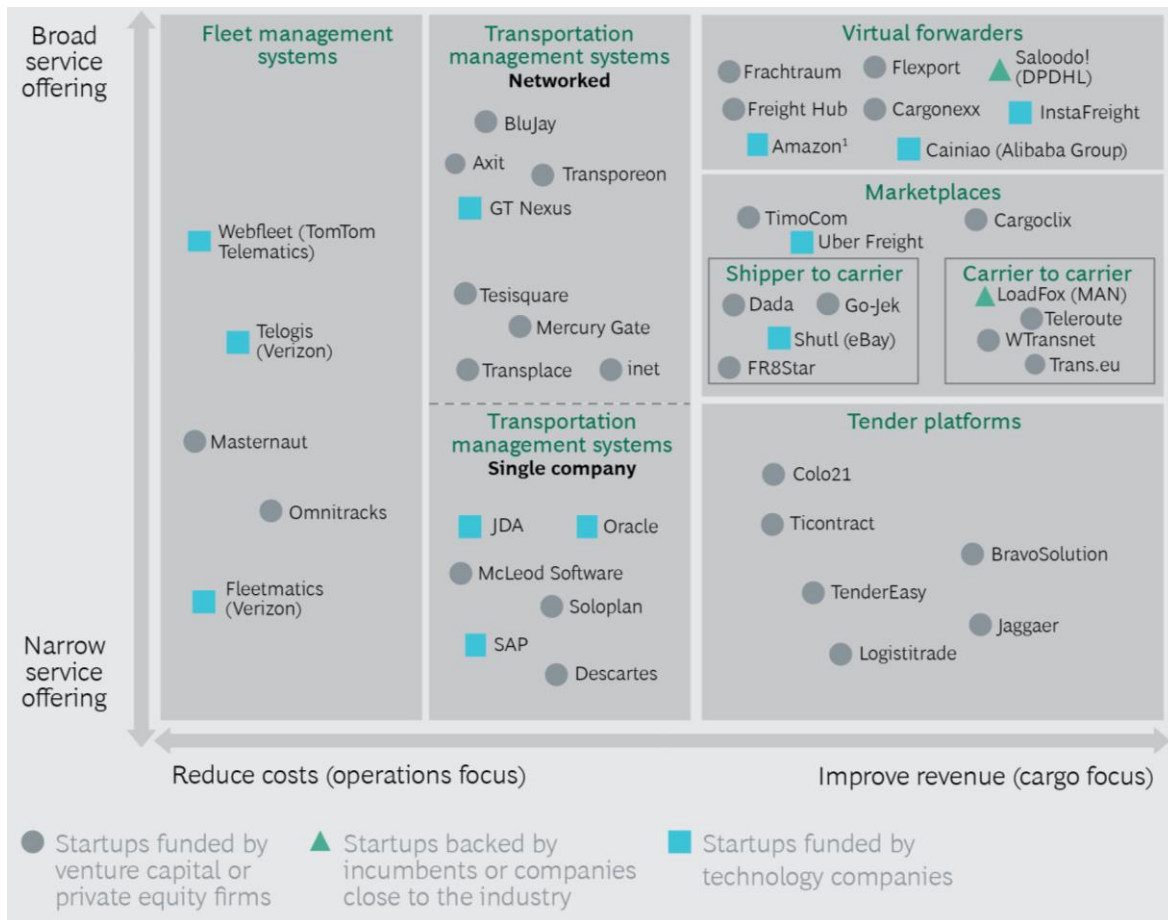
Logistiikan sähköisissä palveluissa on nyt myös Suomessa valinnanvaraa ja kilpailua, joten jokaiselle yritykselle löytyy kustannustehokas ja kilpailukykyinen vaihtoehto aloittaa sähköinen toimintatapa logistiikassa. Kuljetusyritykset tarjoavat omilla verkkosivuillaan sähköisiä kuljetusasiointipalveluja (kuljetustilaus, rahtikirja, kollilappu, lähetysten seuranta) ja asiakirjakirjalomakkeita. Logistiikan palveluoperaattorit (TA-toimittajat) tarjoavat sähköisen yhteyden lisäksi monia lisäarvopalveluita asiakkailleen. Volyymiltaan mittavammassa käytössä saattaa olla aihetta harkita erityisen kuljetusjärjestelmän hankkimista ja sen integroimista yrityksen muihin tietojärjestelmiin.

Kuljetusjärjestelmien tullessa kyseeseen ne asennetaan normaalisti yrityksen palvelimelle tai tarjotaan ns. pilvipalveluna ja integroidaan esimerkiksi toiminnanohjausjärjestelmään ja usein myös tullausjärjestelmään, mikäli sellaiselle on tarvetta. Nettipalvelujen (kuljetusyritysten omat sivut) ehdottomana etuna on niiden helppo käyttöönotto ja minimaaliset käyttöönottokustannukset. Samoin niiden käyttäjä voi olla varma siitä, että asiakirjatiedot menevät kuljetusyritykselle sen käyttämässä muodossa, kun tiedot on annettu ohjeistuksen mukaisesti. Palvelut ovat toiminnaltaan riittävän monipuolisia suurimpaan osaan tavanomaisten kuljetusasiakasyrityksien kuljetustarpeista. Nettipalvelujen suurimpana haasteena on tietojen manuaalinen syöttö- ja keräämistarve sekä vaatimattomat mahdollisuudet huomioida yrityksen erityistarpeet.

Logistiikan palveluoperaattorit tarjoavat palveluitaan kuljetusasiakkaille, jotka tarvitsevat helposti käyttöönotettavan sähköisen asiointipalvelun, jossa on laajennetut seuranta-, raportointi- ja tulostusmahdollisuudet. Palveluissa on mahdollista ylläpitää mittavampaa asiakasrekisteriä. Palvelun etuna on, että asiakkaan ei tarvitse huolehtia liittymästä kuljetusliikkeeseen tai lähetettävistä sanomista. Palvelut tarjoavat myös valmiita rajapintoja moniin toiminnanohjausjärjestelmiin. Ohjelmistoista sekä sanomista on myös aina tarjolla ajantasaiset versiot. Peruspaketin osalta tarjonta on kohtuuhintaista ja tarpeiden kasvaessa laajentaminen sujuu yleensä joustavasti, ottamalla uusia ominaisuuksia tarpeen mukaan käyttöön. Suomessa toimii ainakin Shipit, Consignor ja Unifaun, mutta kaksi viimeisintä ovat nyt ilmoittaneet fuusiostaan. Ks. rajapinnat Unifaun & Consignor ja näiden palveluntarjoajien fuusio! Muuttuuko paremmaksi ja yksinkertaisemmaksi, kun mennään jatkossa yhdellä rajapinnalla (onko helpompi integroida) vai syntykö tässä tarpeeton monopoli, jossa kilpailun vähyyden johtaa korkeisiin hintoihin ja/tai huonontuvaan palveluun?

BCG (2018) hahmottelee kuvan 2.33 mukaisesti markkinaa myös siitä näkökulmasta, mikä on tällä hetkellä muutoksessa – ja keitä toimii missäkin segmentissä? Tämä voi auttaa pohtimaan yrityksiä sitä, tuleeko niiden itse esim. tarjota vapaata kuljetuskapasiteettiaan markkinapaikoilla tai hankkia sellaista. Kuten jo

raporttimme johdannossa todettiin, kuljetus- ja logistiikkasektori houkuttelee tällä hetkellä runsaasti uusia sijoituksia tehostamaan toimialaa digitalisaation keinoin.



Kuva 2.33. Uusia ohjelmistoratkaisuja logistiikkamarkkinaan eri luokissa (BCG 2018).

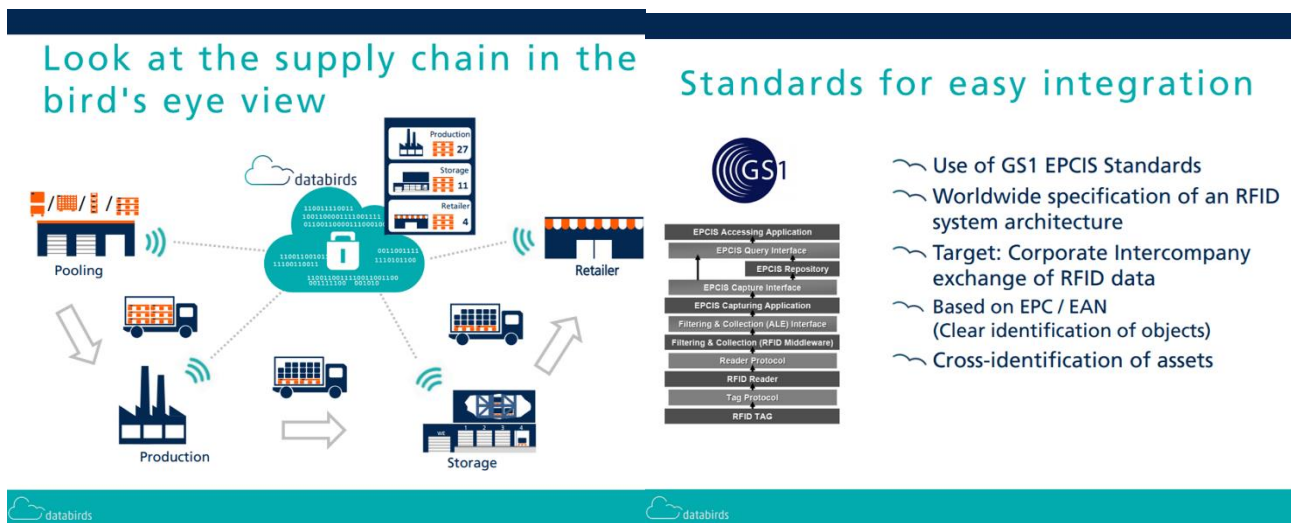
2.8 Älykkäät kiertävät kuormankantajat – Smart Reusable Transport Units

Merkittäviä logistiikan tuottavuuden hyppäyksiä on saavutettu 1950- ja 1960-luvuilla suurten yksinkertaisten keksintöjen kuormalavan ja kontin myötä. Yksinkertaisuudesta huolimatta ne ovat monella tapaa tehostaneet niin tuotteiden käsittelyä kuin myös suojanneet tuotteita. Molemmat ovat esimerkkejä myös logistiikassa tarvittavasta standardoinnista. Itse asiassa älykkään logistiikkaketjun aikaansaaminen ja toimeenpano käytännössä ovat siksi niin vaikeita, että osapuolia on paljon – ja yhteiset standardit puuttuvat monelta eri osalta.

Myöhemmin tulemme huomaamaan, että kuljetuksissa täyttöastetta tuleekin mitata muutoinkin kuin ”lattialta varattuna pinta-alana”, jos todella haluamme hyödyntää kuljetuskapasiteettia optimaalisesti. Perinteisesti kuormatila on ajateltu lavametreinä ja sille on ollut ”rahdituspaino”, mutta pelkkä lavatilan varaaminen ei ole yksistään oikea mittari tehokkaalle tilankäytölle. Ja sitä ongelmaa kuljetusketjussa on: käytännössä rahtaamme tyhjää tilaa eli kuljetamme ilmaa paikasta toiseen. Viimeisen 10v aikana useat toimijat ovat heränneet tähän ja pyrkineet kehittämään sen hyödyntämiseen ratkaisuja. Esimerkiksi P&G uskoo, että juuri kuljetustilan täyttöasteen nosto (nk. Cubefill -ohjelma) on yksi keskeinen elementti (ja KPI) siitä, että vähäpäästöisempi logistiikka voidaan saavuttaa (ks. McKinnon ja Petersen 2021). Itse asiassa he

ovat jo viime vuosina nostaneet täyttöastetta 10-15 %, mutta näkevät tässä ison potentiaalin siinä, että yhtiö pystyy puolittamaan hiilidioksidipäästönsä 50 % vuoteen 2030 mennessä – vuoden 2020 tasosta, johon on jo tehty paljon työtä!

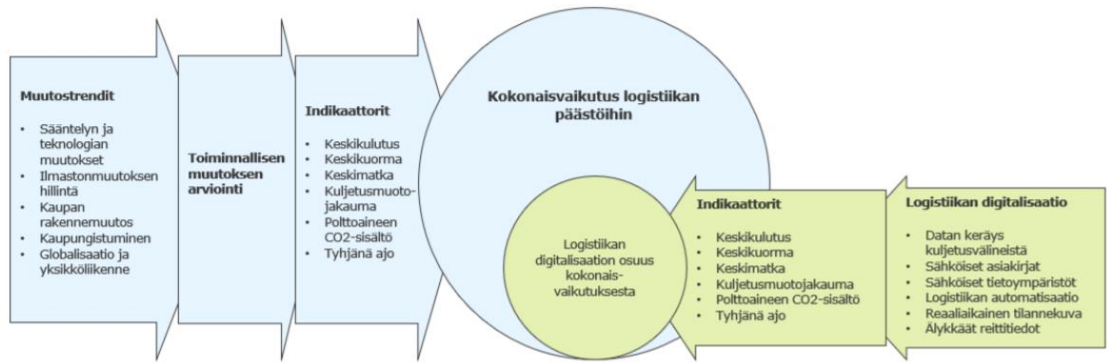
Sopiva käsittely-yksikkö tehostaa myös ”materiaalinkäsittelykustannuksia”. Ja edelleen se on kyttävä kytkemään osaksi ICT:n kehitystä hyödyntämällä esimerkiksi automaattisia tunnistusteknologioita ja reaaliaikaista paikannusta. Suomessa onkin puuhattu ja puhuttu alan toimijoita yhdistävästä ”rullakkoekosysteemistä”, jonka edistämiseen kannattaa edelleen tehdä työtä. Ja esimerkiksi Saksassa Fraunhofer IML on käyttänyt valtavan suuria rahasummia tällaisen pilvipalvelun kehittämiseen, jolla voidaan seurata kuljetusketjussa olevien kiertävien kuormankantajien sijaintia ja hallintaa. Tämä jos mikä on älykästä logistiikkaa. Silti se rakentuu lavan ja kontin perustalta alkavaa yksinkertaista ideaa kohti ISO-standardin mukaisia 600*400 mm:n ja sille jaollisia laatikoita, joista yhtenä esimerkkinä voisivat olla esimerkiksi päivittäistavarakaupasta tutut lihalaatikat, ja jota ideatasolla voisi soveltaa muillekin toimialoille.



Kuva 2.34. Databirds-pilvipalvelu kiertävien kuormankantajien seurantaan ja GS1 EPCIS (Fraunhofer IML 2016).

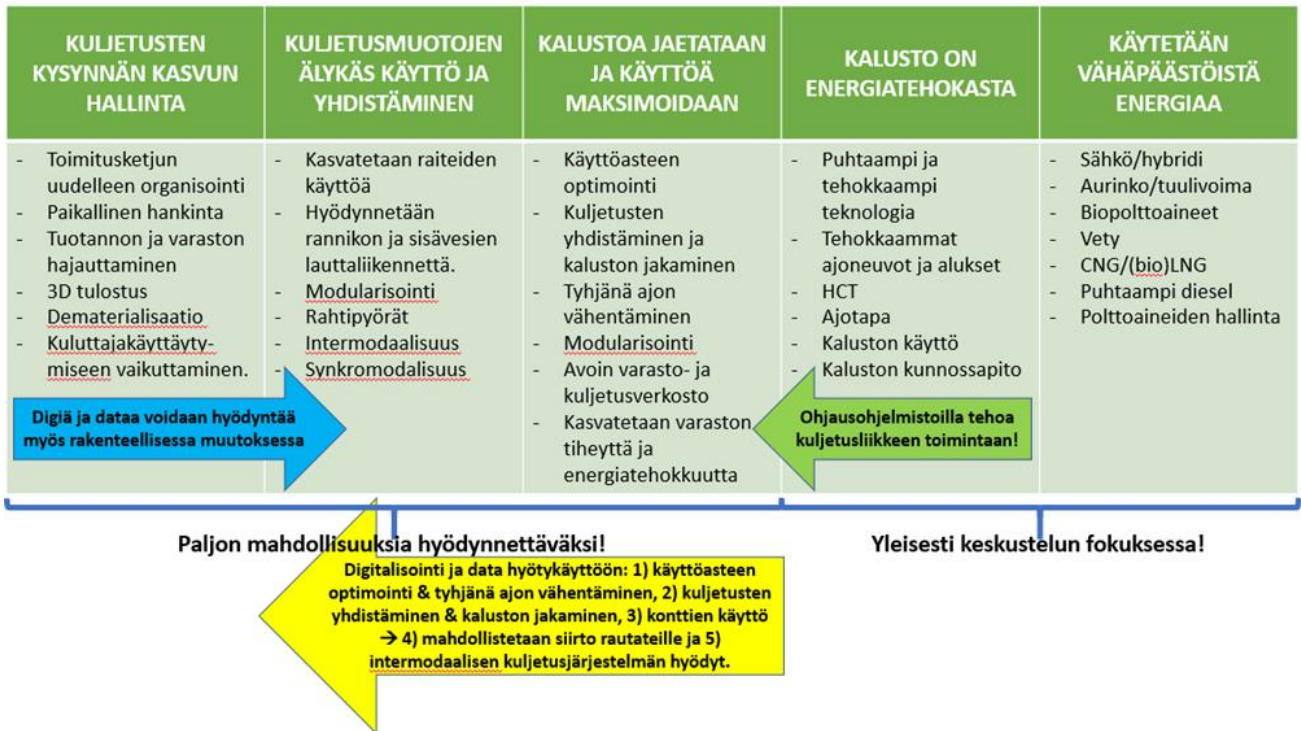
Uskomme, että teollisuudessa saattaisi olla tarvetta samankaltaiselle ratkaisulle. Tässä on mahdollisuus samanaikaisesti tunnistaa ja paikantaa tuotteet paremmin ja luoda sitä kautta virheettömyyttä ja lisäarvoa, tehostaa käsittelyä ja parantaa kuormatilan käyttöä, kun kuutiot saadaan paremmin käyttöön, mikä tarkoittaa kokonaisuutena ekologisempia kuljetuksia. Siinä missä esimerkiksi biopolttoaineisiin siirtyminen maksaa yritykselle usein lisää, tilan käytön tehostaminen on edullinen keino parantaa liiketoimintaa (ja suojella samalla ympäristöä).

Tämä viime mainittu lähestymistapa olisi yksi tarpeellinen lisä LVM:n teettämään arvioon (Pöyskö ym. 2020) logistiikan digitalisaation vaikutuksista CO2-päästöihin. Siinä on kyllä sinällään otettu huomioon mahdollisuus keskikuorman kasvattamiseen (ks. kuva 2.35 menetelmästä alla), mutta jo edellä mainittu P&G:n esimerkki indikoi, että potentiaali täällä on vielä suurempi. Ja erityisesti luvussa 4 esiteltävän Fyysisen Internetin vision ja ALICE:n tietokartan mukaan digitaalisilla ratkaisuilla voidaan saavuttaa erittäin suuria päästövähennyksiä.

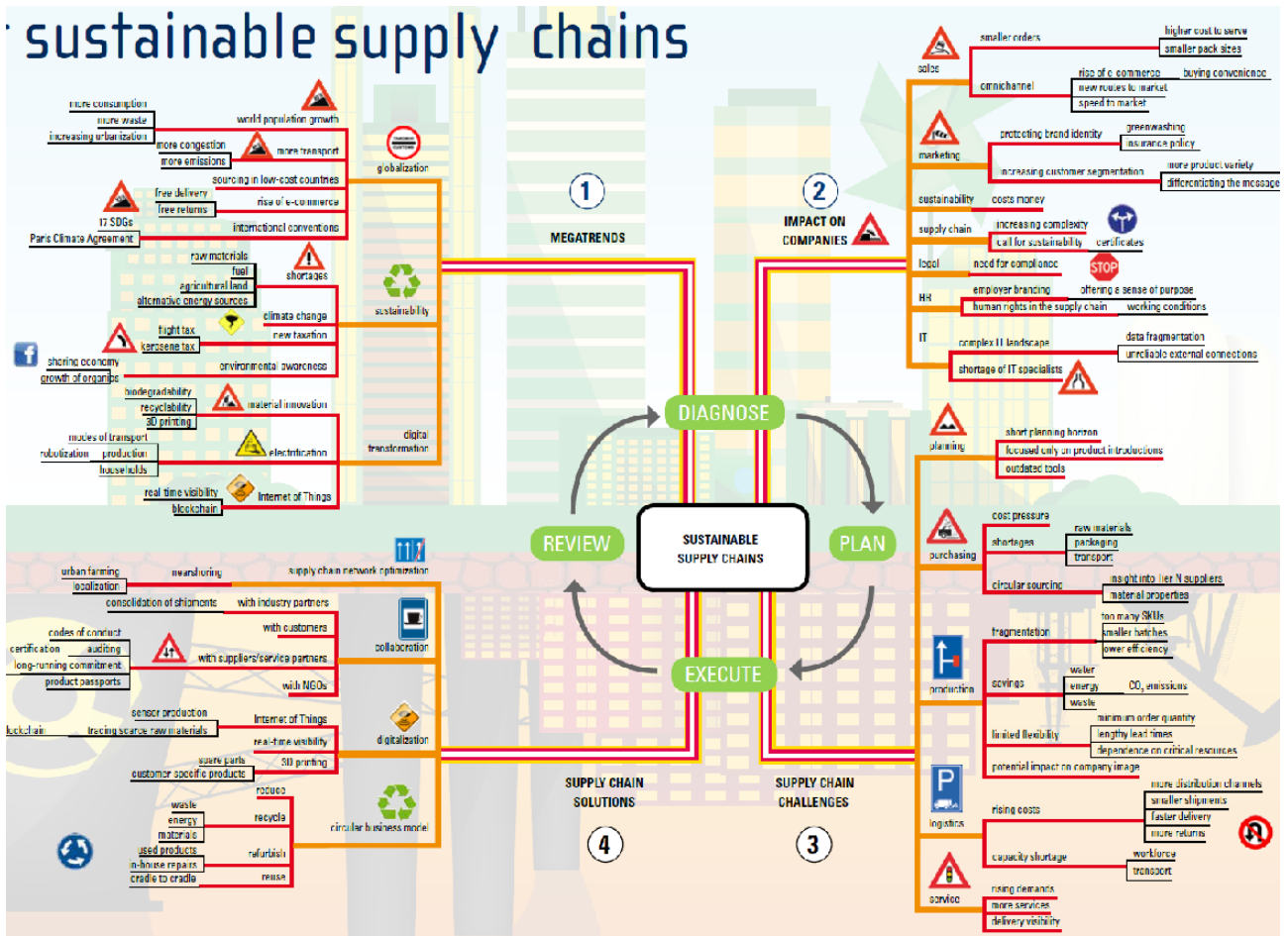


Kuva 2.35. Digitalisaation vaikutus logistiikan päästöihin (Pöyskö ym. 2020).

Perusväittämämme on, että digitalisaation avulla voidaan nostaa täyttöasteita ja täyttää em. yksiköitä aina kontteihin asti ja siten tukea jopa kuljetusmuotosiirtymää, jolloin vaikutukset päästövähennyksiin ovatkin huomattavasti aiemmin laskettuja suuremmat. Käsittely- ja kuljetusyksiköiden kehittämisellä, tunnistamisella ja käyttämisellä onkin siten keskeinen rooli tehokkaammassa ja kestävämmässä tulevaisuuden kuljetusjärjestelmässä, jota kuvaamme luvussa 4 ”Fyysisenä Internetinä”.



Kuva 2.36. Keinoja vähentää logistiikan ilmastovaikutuksia. (taustakuva perustuu Smart Freight Centre, McKinnon & ALICE 2020 raportteihin; käänös ja kommentointi kirjoittajien lisäämää).



Kuva 2.37. Kestävään toimitusketjuun tähtäämisen mindmap. Supply Chain Movement 2020.

Becha ym. (2020) ovat kirjoittaneet "UN/CEFACT Smart Container" -projektin perusteella multimodaalisten standardien tarpeesta tukea globaalia kauppaa. Kyseinen hanke on luonut käytännönläheisesti ymmärrystä älykkäistä konteista ja tähän liittyvän tiedon välittämisestä mm. määrittelemällä tietosisältöjä, koodiluetteloita, viestintästandardeja jne., joita voidaan käyttää tulevien rajapintojen kehittämiseen älykkäiden konttien kanssa kommunikoidessa. Hankkeen tuottamat ratkaisut tuovat toimitusketjun osapuolille apuvälineitä toimitusketjunsä kehittämiseen tarjoamalla luotettavaa dataa ja näkyvyyttä koko ketjun matkalle, tekoälypohjaista ennustetta tapahtumista ja olosuhteiden seurantaratkaisuja. Älykäs merikontti on heidän tapauksessaan kuljetusyksikkö, jossa on kiinteästi asennettu seurantalaite. Idea voidaan soveltaa myös muihin rahdinkäsittely-yksiköihin ja jopa rekkoihin tai tavaravaunuihin, joihin vastaava seurantalaite voitaisiin asentaa. Seurantalaite on "älykäs", kun se mittaa reaaliaikaisesti sijaintia, oven avaamista ja sulkemista, tärinää, lämpötilaa, kosteutta ja muuta toimintaa yksikön ympärillä. Laite myös lähettää keräämäänsä tietoa pilveen. Seuranta voidaan asentaa myös hälytysrajat, joihin ohjelmisto reagoi automaattisesti. Tällainen voisi olla esimerkiksi kontin oven avaaminen paikassa, jota ei ole sallittu.

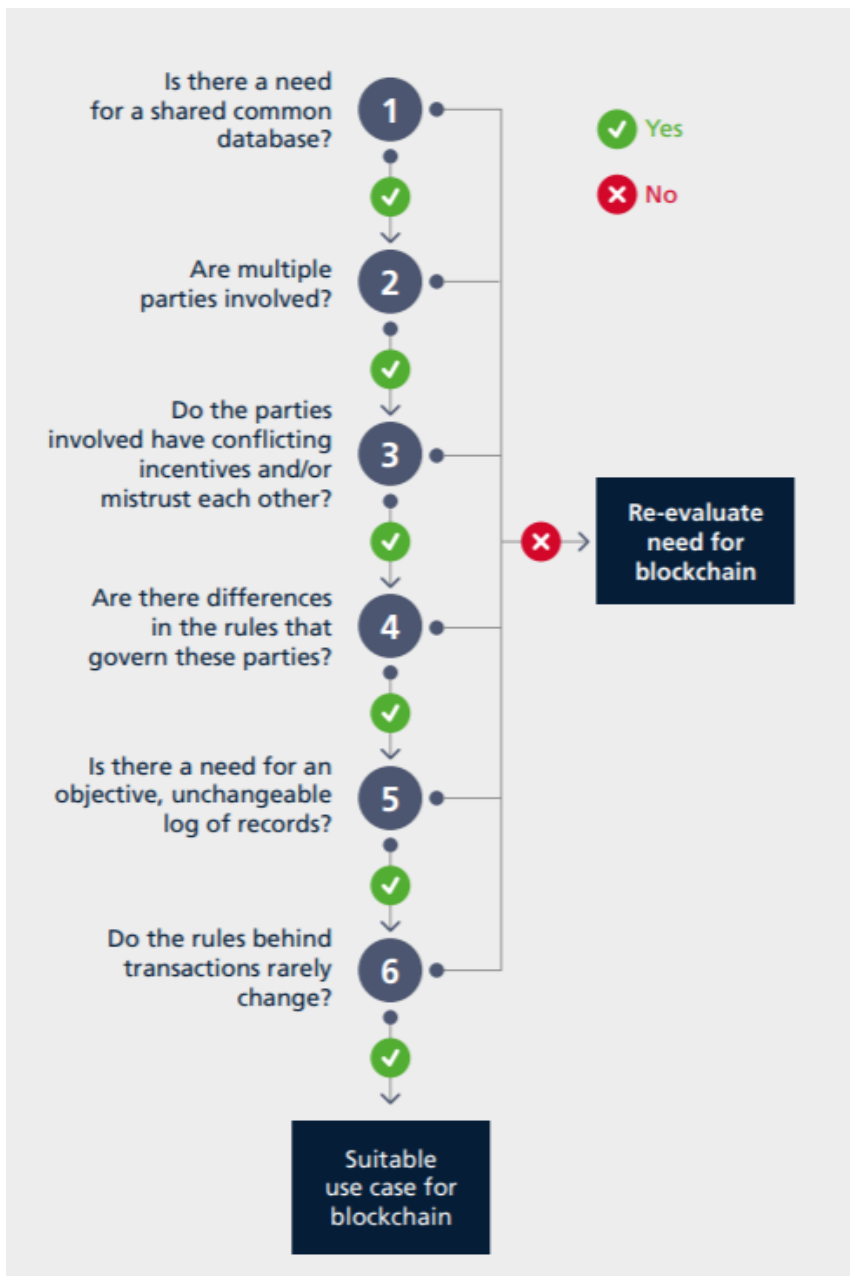
Virallinen UN/CEFACTin White Paper (UNECE 2019) kuvaa älykkäiden konttiratkaisujen ekosysteemin hyödyt kullekin toimijalle erilaisissa käyttötarkoituksissa. Älykäs kontti -hanke päättyi lokakuussa 2020 ja se käsittelee paljolti datan integrointia oikeisiin käyttökohteisiin eri sidosryhmissä arvoketjussa. Jotta konteista saadaan kaikki hyöty irti, myös datan pitää olla yhteensopivaa multimodaalisen ketjun eri osapuolille. Avoin järjestelmä tuo kustannustehokkuutta ja luotettavuutta sekä mahdollistaa joustavammin skaalaamisen. Älykkäiden konttien (ja muiden kiertävien kuormankantajien) kehitystyötä on kuitenkin jatkettava – ja meidän suomalaisten kannattaa olla mukana tässä työssä.

2.9 Lohkoketjuteknologia logistiikassa ja toimitusketjuissa

Lohkoketju (engl. blockchain) on tullut monelle tutuksi viimeisten 10 vuoden aikana virtuaalivaluuttojen myötä. Sille uskotaan olevan runsaasti käyttöä myös kuljetus- ja logistiikkaketjuissa, ja Kinnokin on ollut edelläkävijänä mm. SmartLog -hankkeessa selvittämässä tähän liittyviä mahdollisuuksia (TalTech, 2020). Kummer ym. (2020) ovat kartoittaneet organisaatioteorioita, jotka voisivat soveltaa lohkaketjuteknologian soveltamiseen logistiikassa ja toimitusketjuissa ja nimenneet mm. transaktiokustannusteorian, päämies-agentti -teorian, verkostojen teorian ja resurssipohjaisen näkökulman (Resource-Based View). Ehkä merkittävin heidän havainnoistaan koskee kuitenkin sitä tosiseikkaa, että lohkaketjua käsittelevä toimitusketjututkimus ei ole organisaatioteoreettisesti vielä vahvalla pohjalla. Siksi tässäkin ei lähdetä vielä arvioimaan sitä, voisiko lohkaketjuteknologia mahdollisesti muuttaa toimitusketjurakenteita, vaan enemmänkin kyse olisi transaktioiden luotettavuudesta ja sujuvuudesta, joihin tosin nykyisin toimitusketjun johtamisella (esim. kumppanuuksien kehittäminen) pyritään muutoinkin. Tämä näkyy myös oheisessa kuvassa 2.38, jossa pyritään hahmottamaan niitä tilanteita, joihin lohkaketjuteknologia soveltuu. Yleisellä tasolla tätä voi verrata myös GS1:n kohdalla esitettyyn data, liiketoimintasovellukset ja tietokannat - rakenteeseen: missä ja miten dataa säilytetään ja kenelle siihen on pääsyoikeudet?

Pitkää ja monimutkaista toimitusketjua käytettäessä voi olla vaikea selvittää, missä tuote on tällä hetkellä, mistä se on tullut ja tarkalleen mitä reittiä pitkin se on kulkenut. Kun tapahtumat ja tuote tallennetaan lohkaketjulle, saadaan luotua tarkka aikaleimattu järjestelmä, josta nähdään jokainen pysähdys ja tuotteen alkuperä. Tämä tuotteen historiaa ja alkuperää kuvaava data auttaa tuotteen varmentamisessa ja väärennösten välttämässä. (Hooper 2018).

Esimerkki lohkaketjun hyödyntämisestä logistiikassa on DNV GL:n kehitteillä oleva MyStory-ratkaisu. Sen tarkoituksena on valaista tuotteen koko valmistus- ja logistiikkaprosessi ja vaikuttaa kuluttajan ostosratkaisuihin tätä kautta. Skannaamalla QR-koodin (engl. Quick Response, suomeksi nopea vastaus) puhelimella kaupassa olevasta tuotteesta asiakas näkee tuotteen avainpiirteet, kuten laadun, aitouden, alkuperän, ainekset, veden ja energian käytön sekä valmistuspäivän suoraan lohkaketjulle tallennettuna ja varmennettuna. Brändit, myyjät ja asiakkaat voivat näin vertailla eri tuotteita suoraan ja käyttää lohkaketjulle tallennettua dataa valitessaan itselleen sopivimman tuotteen esimerkiksi turvallisuuteen, laatuun, ympäristövaikutuksiin tai eettisiin kriteereihin perustuen. Tämän lisäksi asiakkaille voidaan varmuudella kertoa tuotteen elinkaaresta hyödyntäen tätä esimerkiksi markkinoinnissa. (DNV GL www-sivut 2018.)



Kuva 2.38. DHL & Accenture: Blockchain in Logistics. (2018)

Lohkoketju-ajatuksen voi tiivistää, että se on julkinen kirjanpito. Tietoa lisätään olemassa olevan tiedon perään blokkeina. (tietoa tapahtumista ja niihin liittyvistä ehdoista), Lohkoketju on identtisenä kopiona useissa ns. "noodeissa" ja nämä varmentavat uuden blokin oikeellisuuden, mistä voikin lähteä johtamaan sitä, mitkä ovat lohkoketjun hyödyt?

- Tietoturva on huikeasti parempi perinteiseen tietokantaan tai pilveen verrattuna.
- Lohkoketjun dataa ei verifioi yksittäinen keskitetty toimija vaan se perustuu lukuisiin noodeihin, joilla kaikilla pitää olla sama tieto. Jos yksittäisen noden data on korruptoitunutta, se ei hetkauta lohkoketjun verifioitua dataa. Tämä on kriittinen tekijä esim. Fintech-sektorilla.
- Data on kryptattua ja vaadittaisiin seuraavan sukupolven kvanttietokoneita murtamaan lohkoketjujen käyttämät kryptausmenetelmät. Ei tapahdu meidän elinaikana.
- Dataa ei voi vääristellä. Kaikki transaktiot voidaan verifioida taaksepäin.

- e) Älykkäiden sopimusten avulla voidaan rakentaa lohkoketjun päälle loputon määrä sovelluksia, kuten nettiin aikanaan.
- f) Ei tarvita keskitettyä varmentajaa, kuten pankkia joka kertoo, että jokin transaktio on validi. Ns. middle-man ja sen aiheuttamat kustannukset poistuvat. (empirica.fi.)

Asiantuntijat arvioivat, että noin 80 prosenttia nykyaikaisesta maailmankaupasta tapahtuu meriteitse. Blockchain-tekniikan pohjalta valmistetut ratkaisut mahdollistavat siis tehokkaan palvelun tälle kansainvälisen kuljetuksen haaralle.

Logistiikassa on käytetty lohkoketjua:

- helpottamaan konttien sijaintien tunnistamista
- osoittaa tulliasiakirjojen ja meriliikenteessä olevien asiakirjojen tilan
- yhdistää toiminnot ja kumppanit kuljetusprosessissa
- sen avulla voit parantaa työtäsi
- alennetut käyttökustannukset
- helpompi seuranta
- vähemmän välittäjiä
- rajoittaa paperiasiakirjojen määrää
- lyhentää toimitusaikaa

Blockchain-tekniikan käytön edut

- Vältetään jakelujärjestelmän ongelmia
- tarkempia tietoja
- vähemmän viiveitä tietojen syöttämisen vuoksi
- kustannusten vähentäminen

Tanskalaisen AP Møller-Mærskin ja amerikkalaisen IBM:n kehittämää TradeLens-alustaa käyttää jo yli 100 erityyppistä organisaatiota ympäri maailmaa: kuljetusyhtiöitä, satamapalveluita, terminaalioperaattoreita, 3PL-yrityksiä ja huolitsijoita. Tulli- ja rajapalvelut saavat kuljetustiedot heti, kun kontit poistuvat lähtösatamasta. Tämän avulla voit valmistautua lastin vastaanottamiseen ja tehokkaampaan valvontaan. Tämä alusta kattaa jo yli puolet maailman valtameren konttimarkkinoista. (www.tradelens.com)

Logistisissa verkostoissa on normaalisti mukana useita eri toimijoita, jotka tähtäävät siihen, että tuote tai muu tavara saadaan toimitettua lopuksi sitä tarvitsevalle asiakkaalle. Lohkoketjua voidaan hyödyntää logistiikassa muun muassa tavarantoimitusten läpinäkyvyyden nostamiseen sekä eri vaiheiden seurantaan (Sivula ym. 2018). Tällöin logistisessa verkostossa sekä lohkoketjua hyödyntämässä mukana olevat toimijat saavat tiedon tavarantoimituksen sijainnista sekä muista tarpeellisista asioista. Tällöin logistinen verkosto toimii lohkoketjuperusteisesti, sillä suurin osa ajantasaisesta tiedosta sijaitsee vain lohkoketjussa. Tällöin logistisesta ketjusta jää myös selkeä merkintä, jota voidaan tarvittaessa tutkia myöhemmin, millä voi olla vaikutusta myös esimerkiksi reaaliaikaiseen reittien optimointiin. (SeAMK 2021).

2.10 Kyberturvallisuus logistiikassa

Tietoturva ja siihen liittyvät uhat pohdituttavat niin yrityksiä kuin yksityisiä kansalaisiakin eri elämänalueilla. Meille kaikille ovat tuttuja esim. aidolta näyttävät pankista tulleet tietojen kalasteluviestit, "postin" saapumisilmoitukset jne. Tietoturva on terminä ollut olemassa aina 70-luvulta, henkilökohtaisten

tietokoneiden, lähiverkkojen ja internetin edeltäjien alkuajoista lähtien. Yksinkertainen tapa on hahmottaa tietoturvallisuus nimensä mukaisesti tiedon turvaamiseen (esim. yritysten tiedostot, henkilökohtaiset sähköpostit tai pankkitunnukset). Tieto-omaisuuteen kohdistuva uhka voi johtua vaikka heikosta toimiston fyysisestä tilaturvallisuudesta tai heikosta verkkotietoturvasta, joka altistaa tiedon verkkojen kautta tehtäville tietomurroille.

Kyberturvallisuus on puolestaan uudempi asia, jota on lanseerattu voimakkaasti viimeisten reilun 10 vuoden aikana. Yhteiskunnan kannalta kriittisten järjestelmien turvallisuus ja toimintavarmuus on nimenomaan se alue, jossa keskustelu kyberturvallisuudesta on käynyt kuumimmillaan ja tuonut asian niin kansalaisten kuin yritysorganisaatioidenkin tietoisuuteen. Erilaiset kyberhyökkäykset ja niihin usein liittyvät rahalliset vaatimukset ovat jo yritysten arkea. Hyökkäysten ja varkauden kohteena eivät siis enää ole vain fyysiset tilat ja esim. tavaroiden kuljetukset, vaan tieto ja sen tarkoituksellinen muuttaminen tai sotkeminen, joka pahimmillaan seisauttaa koko liiketoiminnan. Kyberturvallisuus kattaa tietoturvallisuuden kentästä nimenomaan verkkojen kautta tehtävät tietomurrot. Tämän lisäksi kyberturvallisuus liittyy erityisesti myös tietojärjestelmien varassa toimivan infrastruktuurin turvallisuuteen. Hyvinä esimerkkeinä toimivat sähköverkkojen ohjausjärjestelmät, teollisuuslaitosten prosessiautomaatiojärjestelmät ja jatkossa myös esimerkiksi autonomiset ajoneuvot. Erityistä huomiota on saanut järjestelmissä verkkoon liitettyjen laitteiden määrän kasvava vauhti. Tämä trendi altistaa järjestelmät yhä laajemmin verkkojen kautta tehtäville murroille. Lisäksi mittaus- ja muihin sensoreihin, ennakoiviin algoritmeihin ja tekoälyyn perustuva järjestelmien automaatio ja automaattinen päätöksenteko, tuovat omat ulottuvuutensa ja haavoittuvuudet. Keskusteluun onkin noussut IoT:n eli teollisen internetin nopeasta kehityksestä aiheutuvat riskit. Ajatellaan vaikka autonomisia koneita, nostinlaitteita ja ajoneuvoja. Mitä vahinkoja voi syntyä, jos sensoreiden antamaa tietoa päästään haittatarkoituksessa muuttamaan ja tekoälyyn pohjautuva automaatio ei saakaan enää oikeaa tilannekuvaa ympäristöstä.

Kun logistiikkajärjestelmät rakentuvat yhä voimakkaammin digitaalisiksi ja datan varaan, myös kyberturvallisuus nousee erittäin merkittäväksi kysymykseksi niin tilaus-toimitus -verkoissa (ehkä vielä paremmin Demand & Supply Nets) kuin sen fyysisistä osuutta hoitavassa kuljetusketjussakin.

Varsinkin kuluttajatoimituksiin yltävä nopeasti kasvava verkkokauppa pitää huomioida myös EU:n tietosuojasetuksen GDPR:n näkökulmasta. Asiakkaille lähetyksiä toimittava tai niitä noutavalla yrityksellä on helposti valtavat tietokannat asiakasdataa, jonka käsittelyssä tulee olla huolellinen – ja johon pääsyoikeudet pitää olla suojatut. GDPR:n puitteissa on tärkeä myös muistaa, että yrityksellä tulee olla pyydettyä raportointikyky, mitä asiakastietoa sillä on tietoa pyytäneestä, kuinka sitä säilytetään ja miten se voidaan hävittää?

Vahva suojaus edellyttää yrityksiltä uudenlaista osaamista, kyberhyökkäysten vaikutusten minimointiin osoitettua henkilöstöä, tarkoituksen mukaista teknologiaa ja prosessien uudelleen suunnittelua ja jopa uusia prosesseja. Ensimmäinen askel onkin tunnistaa ja arvioida yrityksen järjestelmiä, dataa ja muita resursseja mahdollisesti uhkaavat riskit. Organisaation data on suojattava asianmukaisilla menetelmillä, kuten IT:n hallinnointijärjestelmällä, sekä identiteettien ja resurssien hallinnalla. Valvontaan ja järjestelmän eheyden tarkastukseen on panostettava jatkuvasti (esim.- haavoittuvuudet ja pilvipalveluiden turvallisuuden arvioinnit). Organisaatiolla on oltava käytössään ajan tasaiset ja sovitut häiriönhallintamenettelyt hyökkäysten vaikutusten rajoittamiseksi. Lainausta www.enfo.fi hieman muunneltuna:

- 1) TUNNISTA – kerää järjestelmiin, dataan ja muihin resursseihin kohdistuvien riskien hallinnan vaatimat tiedot organisaatiosta. Vaarojen tunnistamiseen kuuluu myös turvallisuusstrategian ja kyberturvallisuusaseman arviointien laatiminen.
- 2) SUOJAA ja VALMISTAUDU – suunnittele ja toteuta menetelmät organisaatiosi suojaamiseksi. Asianmukaisia suojakeinoja ovat esimerkiksi IT:n hallinnointijärjestelmä, laatu- ja riskien

arvioinnit, identiteettien ja resurssien hallinta, koulutus ja hallinnoidut turvallisuuspalvelut. Huolehdi, että vastuut ovat selkeitä ja harjoittele ennakkoon

- 3) HAVAITSE – organisaatiosi joutuu ennemmin tai myöhemmin hakkerointiyrityksen kohteeksi. Investoi jatkuvaan valvontaan ja eheystarkastuksiin, kuten haavoittuvuuksien arviointiin ja penetraatiotestaukseen, pilvipalveluiden turvallisuuteen ja koodin turvallisuustarkastuksiin.
- 4) REAGOI – mitä tapahtuu, jos riskit toteutuvat ja organisaatiosi järjestelmiin murtaudutaan? Huolehdi, että organisaatiolla on käytössä turvallisuuspoikkeamien hallintajärjestelmä hyökkäysten vaikutusten minimoimiseksi.

Liikenne ja logistiikka tunnustetaan myös yhteiskunnan tasolla mahdolliseksi riskikohdaksi kyberturvallisuuden sanastossa, jossa on mm. seuraavanlaista terminologiaa ja esimerkkejä:

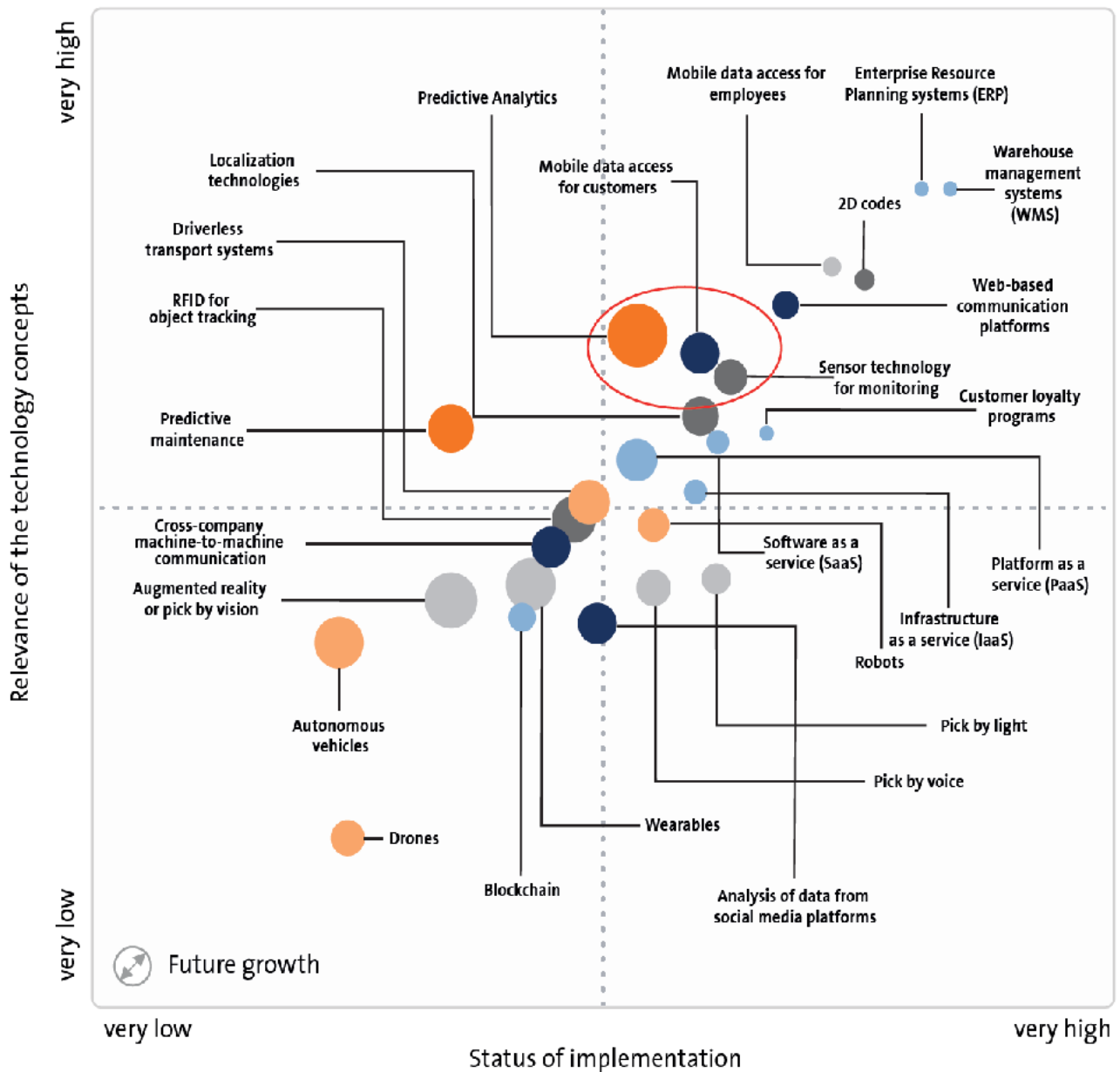
Kriittinen infrastruktuuri (critical infrastructure, CI) sisältää perusrakenteet, palvelut ja niihin liittyvät toiminnot, jotka ovat välttämättömiä yhteiskunnan elintärkeiden toimintojen ylläpitämiseksi. Kriittiseen infrastruktuuriin kuuluu sekä fyysisiä laitoksia ja rakenteita että digitaalisia toimintoja ja palveluja. Muun muassa energian tuotanto-, siirto- ja jakelujärjestelmät, liikenne ja logistiikka, tieto- ja viestintäjärjestelmät sekä vesi- ja jätehuolto ovat osa kriittistä infrastruktuuria. Kriittisen infrastruktuurin yhteydessä käytetään usein englanninkielisiä ilmauksia "critical infrastructure protection" (CIP), joka tarkoittaa kriittisen infrastruktuurin suojaamista, ja "critical information infrastructure protection" (CIIP), joka tarkoittaa kriittisen tietoinfrastruktuurin suojaamista.

Kybertoimintaympäristö; kyberympäristö (cyber environment; cyberspace; cyber domain) on yhdestä tai useammasta digitaalisesta tietojärjestelmästä muodostuva toimintaympäristö. Kybertoimintaympäristölle on tunnusomaista elektroniikan ja sähkömagneettisen spektrin käyttö datan ja informaation varastointiin, muokkaamiseen ja siirtoon viestintäverkkojen avulla. Ympäristöön kuuluvat myös datan ja informaation käsittelyyn liittyvät fyysiset rakenteet. Esimerkkejä kybertoimintaympäristöistä ovat tietojärjestelmiin perustuvat ydinvoimalan ohjausjärjestelmä, elintarvikkeiden kuljetus- ja logistiikkajärjestelmä, liikenteen ohjausjärjestelmät sekä pankki- ja maksujärjestelmät. Englannin kielen termi "cyber domain" viittaa sotilaalliseen kybertoimintaympäristöön.

Kyberuhka on (cyber threat) mahdollisesti toteutuva haitallinen tapahtuma tai kehityskulku, joka kohdistuu kybertoimintaympäristöön ja toteutuessaan vaarantaa siitä riippuvaisen toiminnon. Kyberuhkat voivat aiheutua paitsi toteutuneista tietoturvauhkista myös digitaalisessa viestintäympäristössä toteutettavista, yhteiskunnan turvallisuutta vaarantavista teoista. Kyberuhkat voivat kohdistua yhteiskunnan elintärkeitä toimintoja, kansallista kriittistä infrastruktuuria tai kansalaisia vastaan joko suoraan tai välillisesti. Ne voivat olla peräisin maan rajojen sisältä tai niiden ulkopuolelta. Esimerkkejä kybertoimintaympäristöistä riippuvaisista toiminnoista ovat ydinvoimalan ohjaus, elintarvikkeiden kuljetus ja logistiikka sekä liikenteen ohjaus.

2.11 Yhteenvetoa teknologioista

Oheiseen kuvaan 2.39 on kerätty saksalaistutkimuksen (Kersten ym. 2017) havainnot käytössä olevista logistiikan ja toimitusketjun hallinnan teknologioista niiden relevanttiuden ja käytön yleisyyden mukaan. Oikeassa yläkulmassa ovat keskeiset merkittävät ja paljon käytetyt teknologiat, kuten ERP (Enterprise Resource Planning ~ toiminnanohjausjärjestelmä) ja WMS (Warehouse Management System ~ varastohallintajärjestelmä), joiden pienet pallurat kuvaavat, että nämä eivät ole merkittävässä kasvussa. Vaikka yleistämmekin kaavion kuvaamaan länsimaita ja siten kotimaista markkinaamme, pitänee kuitenkin todeta, että esim. WMS:n käyttö ei ole ollut valtavan yleistä, mutta toki kasvanut viime vuosina. Periaatteellisella tasolla kaavio riittää silti kuvaamaan meidänkin markkinaa. On syytä huomata, että tässä on lueteltu laajemminkin kuin vain "kuljetusketjuun" liittyviä teknologioita, kuten keskeisiä "sisälogistiikan" ratkaisuja, kuten keräilyteknologioita (pick-by-light, pick-by-voice jne.), joita käsitelimme viime vuonna eri hankkeessa (Lahtinen 2020).

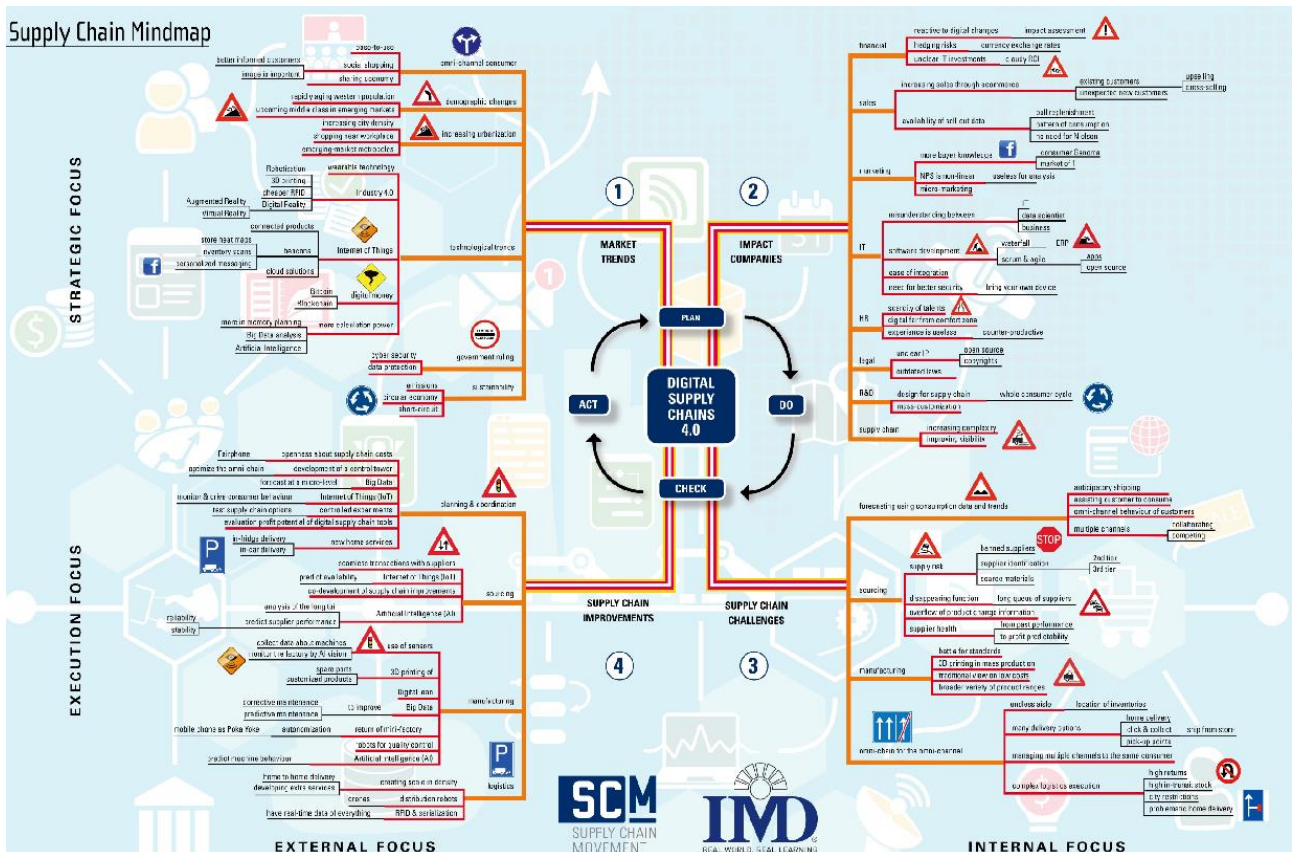


Kuva 2.39. Logistiikan teknologioiden luokittelu, merkittävyys, nykyinen käyttö ja yleisyyden kasvu lähitulevaisuudessa (Kersten ym. 2017).

Tulevaisuuden kasvua kuvaavia suuria palluroita ovat mm. ennustava analytiikka (predictive analytics) ja kunnossapito ja asiakkaan pääsy tarvittavaan dataan jopa mobiilisti sekä tunnistusteknologiat. Autonomiset ajoneuvot nähdään myös kasvualana, jota ei ole vielä hyödynnetty paljon, mutta se ei ole kuitenkaan vielä niin relevantti kuin useat tiedonkeruun ja data-analyysin välineet tai tiedonjakamisen käytännöt.

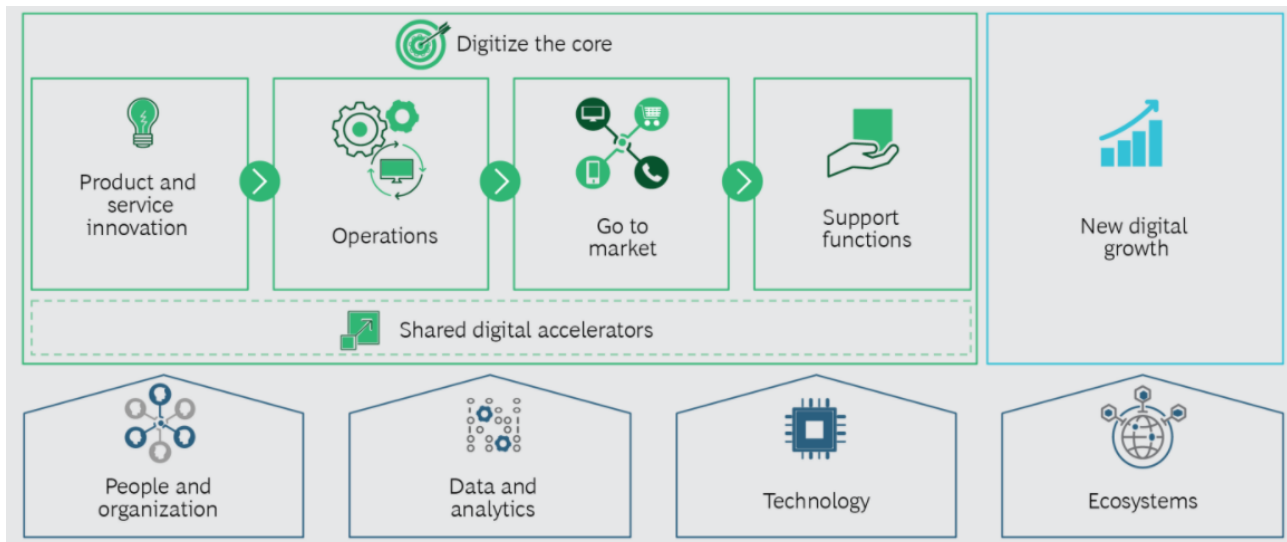
3 NYKYISET ÄLYKKÄÄN DIGITAALISEN LOGISTIIKAN MAHDOLLISUUDET (VISIO)

Supply Chain Movement ja IMD (2020) ovat luoneet ”digitaalisten toimitusketjujen” ajatuskartan. Emme pidä sitä tähän lukuun mitenkään täydellisenä, mutta se voi olla osaltaan suuntaamassa keskustelua oikein: mitä markkinoilla tapahtuu, kuinka se vaikuttaa yrityksiin, miten yritykset reagoivat näihin haasteisiin ja kuinka he kehittävät toimitusketjujaan? Aika usein nämä ovat digitaalisia työvälineitä.



Kuva 3.1. Digitaalisen toimitusketjun mindmap (Supply Chain Movement 2020).

BCG (2018) puolestaan tarjoaa omassa mallissaan suhteellisen yksinkertaista ”tiekarttaa” yrityksille strategiaksi digitalisoinnissa. Siitä kannattaa huomata, että jälleen kerran varsinaiset digitaali-tekniikat ovat vain mahdollistajina; ensin pitää täsmentää tarjottavaa tuotetta tai palvelua ja soveltaa sitä toimintaan tai luoda sopiva toimintamalli. Markkinatestauksen jälkeen voidaan pohtia kasvun kiihdyttämistä.



Kuva 3.2. Tiekarttaa toimintojen digitalisointiin (BCG 2018).

Teollisuus 4.0 (Industry 4.0) eli 4. teollinen vallankumous on näkynyt viime vuosina voimakkaasti eri teollisuuspolitiikoissa Euroopassa ja vastaavia ideoita on myös Kiinassa ja Yhdysvalloissa. Lahtinen (2020) on käsitellyt Logistiikka 4.0:aa ikään kuin alakäsitteenä tai yhtenä osana Teollisuus 4.0:aa kokoonpanoteollisuuden sisälogistiikan kehittämisessä. Tässä raportissa fokus on enemmän ”kuljetusketjun” digitalisoimisessa ja älykkääksi tekemisessä, jota tosin tarkastellaan monesta eri perspektiivistä lähettäjä-vastaanottaja, logistiikkapalvelut, viranomaiset), joten tässä ei mennä varsinaiseen sisälogistiikkaan ja materiaalinkäsittelyyn. Kyseinen viime vuonna koostettu ”teollisuuden digitaalisen uudistumisen” visio ja tiekartta käsittelevät kuitenkin toimitusketjunäkökulmasta lähettäjän ja vastaanottajan toimintoja sujuvan materiaalivirran varmistamisessa ja siksi osia siitä voidaan liittää tähänkin.

Winkelhaus & Grosse (2020) erittelevät kolme erilaista tulokulmaa Teollisuus 4.0:aan: Paradigmaattisen, teknologisen ja kestäväan kehitykseen perustuvan näkökulman. Näistä ensimmäinen tarkoittaa vastaamista joustavalla ja ketterällä massaräätälöinnillä asiakaskohtaisesti valmistettuihin tuotteisiin, mikä käytännössä tarkoittaa hyvin joustavaa ja hajautettua tuotantoa. Teknologisella puolella kyse on ennen kaikkea digitalisoinnista, jolla tähän kompleksisuuden kasvuun voidaan varautua. Koska Logistiikka 4.0 on kuitenkin yleiskäsite toimialan ja toiminnan kehityssuunnasta, sitä ei hirtetä tässä kiinni johonkin tiettyyn teknologiaan; Logistiikka 4.0 on kauaskantoisempi ilmiö kuin yksittäisen teknologian elinkaari. Ja viimeinen on puolestaan ihmisen ja koneen väliseen yhteistyöhön liittyvää turvallisuutta, osaamista ja osallisuutta. Tämän raportin kannalta kestävä kehitys logistiikassa pitää sisällään myös ympäristökysymykset.

Tässä on lyhyesti muutamia todellisia tapauksia siitä, miten Logistics 4.0 muuttaa toimintaa erilaisissa logistiikkaprosesseissa. BMW tulee osia jopa 7.000 merirahtikontissa noin 1.800 toimittajalta maailmanlaajuisesti. Autoyritys kuvailee logistiikkaa "BMW: n tuotantjärjestelmän sydämeiksi" synkronoidakseen maailmanlaajuisen toimitusketjuna tuotantolinjoihin ja maksimoidakseen tuottavuuden robottien, esineiden internetin ja big data -analytiikan avulla. BMW siis yhdistää toimitusketjukumppaninsa tehtaan inbound -logistiikan kautta joustavasti ja ketterästi toimiville kokoonpanolinjoille. Vastaavasti Schenkerin ja MANin saattueajo -malli käsittelee taas enemmän varsinaista kuljetusliiketoimintaa: Joukkoon kuuluu useita kuorma-autoja, jotka seuraavat tiiviisti toisiaan ja jotka on kytketty langattomasti ajoneuvojen välisen viestinnän avulla. Joukkueen kärjessä oleva kuorma-auto toimii johtajana, kun perävaunut reagoivat ja sopeutuvat sen liikkeen muutoksiin. Tällainen saattueajo "platooning" auttaa vähentämään kuljettajien työvoimakustannuksia ja pienentää polttoainekulutusta, kun ilmanvastus pienenee merkittävästi.

Amazon on käyttänyt datan analytiikkaa tarjotakseen nopeamman toimituksen kauan ennen kuin Logistics 4.0:sta on tullut valtavirtaa. Amazon käyttää "Ennakoiva lähetys" -nimistä menetelmää

tuotteiden lähettämiseen paikalliseen keskukseseen, jossa sen mielestä tietyt tuotteet myyvät hyvin selvittämällä, mitä henkilö voi haluta. Asiakkaan aiemmat tilaukset, tuotehaut ja toivelistat analysoidaan työn tekemistä varten.

Muutaman suuryritysesimerkin pohjalta voidaan Logistics 4.0 -kehitystä tiivistää johtopäätöksiä: 1) älykkäämmät toimitusketjut, 2) maailmanlaajuinen läpinäkyvyys kuljetusketjuun sekä 3) automatisoinnin tuoman tuottavuuskasvun turvaama laatu- ja kustannustason paraneminen. Big data -analytiikan ja tekoälyn avulla yritykset analysoivat asiakkaidensa aikaisempaa ostohistoriaa, tekevät erittäin tarkan kysynnän ennusteen ja mukauttavat varastojaan vasta valmistusprosessin alusta lopputuotteiden varastojen tai ylivarastojen välttämiseksi. Vähittäiskaupassa älykkään SCM:n nousua nopeutetaan. Jälleenmyyjät voivat turvata etukäteen tuotteet, jotka heidän mielestään myyvät hyvin, ja suositella niitä asiakkaille samalla, kun ne vähentävät varastotasoa ja toimitusaikoja. Toiseksi vähittäiskauppiaille on välttämätöntä tarjota maailmanlaajuinen näkyvyys lähetyksille, hallita lastia ja tarjota välitön toimitus. Heidän on pystyttävä ilmoittamaan asiakkaille lähetyksen sijainnista ja tilasta reaaliaikaisen seurannan avulla käyttämällä integroitua logistiikka-alustaa, joka kattaa koko logistiikkaprosessin. He pyrkivät myös tarjoamaan välittömän toimituksen, jossa nykyinen kolmen päivän toimitus muuttuu 24 tunnin toimitukseksi tai välittömäksi toimitukseksi. Kolmanneksi yritykset jatkavat tuotteiden hintojen laskua ja kustannusten alentamista ajamalla innovaatioita uusilla kehittyvillä tekniikoilla. Robotit, itse ajavat ajoneuvot ja paperityön automatisointi eliminovat yksinkertaisen ja toistuvan työn, joka on hajallaan logistiikkaprosesseissa, mikä johtaa kustannusten alenemiseen ja parempaan palvelun laatuun (Esimerkki Cello Logistics 2021 aineistosta).

Oheinen taulukko (Kuva 3.3) kuvaa sitä, millaisia osia joustavan ja ketterän uuden sukupolven kokoonpanotehtaan materiaalityötoimintoihin sisältyy. Tämä kaavio on samalla rakennettu myös tulevaisuuden tehtaan kypsyysmalliksi materiaalityötoimintojen osalta. Perusideana on ollut jakaa arvoa luova toimintoketju vaiheisiin asiakkaan kanssa tehtävistä kaupallisista toiminnoista (yhteinen suunnittelu, myynnin kuvat jne.) varsinaiseen toteutukseen, jossa korostuu toimitusketju- ja logistiikkaprosessi hankinnoista lähtien tehtaan vastaanottoon, mahdolliseen varastointiin ja edelleen materiaalin syöttämiseen oikeassa järjestyksessä kokoonpanoon siten, että kokoonpanossa saadaan tehokkaasti ja täsmällisesti oikeat nimikkeet oikeille paikoille. Edelleen valmistuva kokonaisuus pitää kyetä toimittamaan asiakkaalle.

Kyseinen "sisälogistiikan digitalisoinnin visio ja tiekartta" voisi ensin vaikuttaa teknologialuettelolta, mutta sitä tulee kuitenkin osata tulkita toimintoja tukevana. Kaikissa osa-alueissa ei ole tarkoituksenmukaista pyrkiä olemaan tikapuiden ylimmällä askelmalla, vaan yrityksen on tunnistettava omaan operatiivstrategiaansa sopiva taso. Lisäksi on syytä huomata, että varsinaisten toimintovaiheiden taustalla ovat mahdollistavat järjestelmät ja teknologiat. Siihen kuuluvat myös hyvä johtaminen ja oikeiden asioiden mittaaminen (esim. tasapainotetulla tulokortilla BSC).

<ul style="list-style-type: none"> - Digital Twin - Available-to-promise (ATP) & projektien/toimitusten karkea aikataulutus - Massaräätälöinti - AR/VR - Harmonisointi - Suunnittelu ja myynnin rajapinta - Modulointi - Tuoterakenne - Arviointi/palautte järjestelmät 	<ul style="list-style-type: none"> - Integraatiot taustajärjestelmien, RPA - Ennusteet (jopa APS/AI) - S&OP - <u>Setitys/kittitys</u> - Läpinäkyvyys ja toimitusketjuyt eistyö (eri tasot VMI, CPFR jne.) - Tilausehdotukset - Paikallinen → Globaali → Hybrid - <u>Push → Pull</u> → JIT/Kanban - Luokittelut 	<ul style="list-style-type: none"> - "Gollit 2.0"? - <u>Track-and-trace</u> - Toimitusaikakunat ja -paikat - Toimituspäivät - Merkinnät - Dokumentointi - Sähköinen kuljetustilaus 	<ul style="list-style-type: none"> - Robotisointi, "hihnalle automatisointi" = lajittelijat. - Turhien pakkausten poisto ja kierrätys - Valokuvaus - Nimikkeiden yksilöinti - Kollitunnistus - <u>Cross-docking</u> - Lähetysten tunnistaminen 	<ul style="list-style-type: none"> - Automaatio - <u>Warehouse mgmt + inventory mgmt</u> - Varastojen sijoittuminen (keskittäminen / hajauttaminen) + maantiede toimitusketjuissa - Järkeistetty tai dynaaminen paikoitus - Merkityt varastopaikat - Saldotarkkuus 	<ul style="list-style-type: none"> - Automatisointi - <u>Goods-to-picker</u> → itseohjautuva (mobiili)robotti/ puoliautomaatio - Varmentava teknologia (hahmon/kuvantunnistus) - Avustavat tekn. (ennakointi, puhe- tai, valo-ohjaus) - Älykäs ohjaus (nimike-, erä-, alue- tai <u>dynaam.</u> keräily) - Mekanisointi → koneet (trukit) 	<ul style="list-style-type: none"> - Mitä vaikutuksia ihmiseen – ja miten ihmisen joustavuus hyödynnetään? - <u>Eksoskeleto</u> - <u>Cobottit</u> - Hahmon- ja/tai kuvantunnistus - VR/valo-ohjaus - <u>Kevennetyt</u> - Itseohjautuvuus - Häiriöiden korjaus (siirto sivuun AMR?) - Jatkuva virtaus (<u>one-piece-flow</u>) - Tuotantoon, kun materiaalit saatavilla 	<p style="text-align: center;">ASIAKAS</p> <ul style="list-style-type: none"> - Palautte - <u>Track-and-trace</u> - Optimointi (lähetykset ja reitit; kalusto & kuljetusmuoto) - Sähköinen kuljetustilaus & dokumentit - Lavaustyökälu (robotisointi?) - (Äly)Pakkaus, tunnisteet, anturit ja merkinnät - Pakkaaminen 	<ul style="list-style-type: none"> - Kierrätys - Elinkaari (TCO) - Lisä- ja varaosat - Huolto (VR?) - Ennakointi - Palvelut - Sensorit ja data - Käyttöönnotto - Asennus & ohjeistus (VR)
KAUPALLISUUS	HANKINTA	KULJETUS	VASTAANOTTO	VARASTOINTI	KERÄILY	KOKOONPANO	TOIMITUS	YLLÄPITO
TEOLLISUUS 4.0 (Älykäs tulevaisuuden tehdas, kyberfyysiset järjestelmät, autonomisuus, tulevaisuuden org.) LOGISTIIKKA 4.0 (log.teknologioiden integraatio, <u>plug-and-produce</u> , toimitusketjun suorituskyky, resurssitehokkuus) JOUSTAVUUDEN LISÄÄMINEN (Asiakaskohtainen tuoteräätälöinti, volyyymi- ja prosessijoustavuus, virtaviivaistaminen) KOHTI VIRHEETTÖMÄMPÄÄ TOIMINTAA (Yksinkertaistaminen, kerralla kuntoon, nopeus, jatkuva virtaus <u>one-piece-flow</u> , kustannustehokkuus) LEAN-TOIMITAVAT (JA KULTTUURI) MUDA (hukan poisto), KAIZEN (jatkuva parantaminen)MURA/HEIJUNKA (vaihtelun vähentäminen ja tuotannon tasaaminen)								
MITTAMINEN:			Asiakas (Perfect Order ~ molempiin suuntiin → saatavuus, täsmällisyys, nopeus), BSC (vastuullisuus, kustannus)					
JOHTAMINEN:			7S, ergonomia, työtyytyväisyys ja –hyvinvointi, auditoinnit, toiminnan suunnittelu, simulointi ja optimointi					
TUNNISTUSHIERARKIA:			Nimiöinti, koodit, standardit, harmonisointi, viivakoodit, <u>AutoID</u> , RTLS → Master Data (+ Big Data)					
TAUSTAJÄRJESTELMÄT JA –TEKNOLOGIAT:			ERP, CRM, WMS/MES, APS/AI, 5G					

Kuva 3.3. Uuden sukupolven kokoonpanotehtaan visio ja tiekartta materiaalitoimintojen osalta (Lahtinen 2020).

Jos visio tulevaisuuden tehtaan materiaalitoiminnoista pitäisi purkaa sanallisesti lyhyesti auki, se voisi olla esimerkiksi jotain tällaista:

”Mahdollistetaan joustavat asiakaskohtaiset tuotteet täsmällisillä ja mukautumiskykyisillä prosesseilla ilman turhaa resurssien kulutusta hyödyntämällä saatavilla olevia logistiikan teknologioita, jotka rakentuvat standardisoitujen yksilöntien, tunnistamisen ja tietojärjestelmäarkkitehtuurien päälle. Jokaiselle nimikkeelle, keskeneräiselle tuotteelle ja valmisvarastolle on reaaliaikainen tieto/suunnitelma sen/niiden statuksesta ml. saldot ja sijainnit siten, että tuotantoa voidaan ohjata täsmällisen datan pohjalta.”

Vastaavaa mallia soveltaen ”kuljetustoimintojen” digitalisoimisen visio ja tiekartta varmaan pitää sisällään joustavuuden, tehokkuuden ja kestävä kehityksen vaatimukset. Vastaavasti kuvan 3.3 alareunan tiekarttaa voi ajatella kolmella eri tavalla (huomaa, että tiekartta on rakennettu materiaalinkäsittelyyn ja sisälogistiikkaan, mutta sen peruseräpäätteet sopivat myös tähän):

- 1) Vision alareunassa on mahdollistavat teknologiat ja taustajärjestelmät, joiden pitää olla kunnossa, jotta ylempät asiat ovat mahdollisia.
- 2) Niiden yläpuolella on varsinainen tiekartan vaiheistus: Lean-toimintamallit pitää olla kunnossa, prosessit jne., jotta voidaan edetä vaativampiin vaiheisiin ja kohti Logistiikka 4.0:aa, ja lopulta saavuttaa Teollisuus 4.0.
- 3) Ja edelleen näiden päällä on visio ”tulevaisuuden tehtaan materiaalitoiminnoista” kuvattuna toimitusketjun matkalle. Kokonaisuus rakentuu asiakkaiden tarpeille ja meidän kykyyn toimittaa ne.

Koska keskimäinen osa lähtee liikkeelle Lean-toimintatavoista ja -kulttuurista, tässä pureudutaan ensin sen pohjan kuntoon laittamiseen. Esimerkeistä tosin huomataan, että kun Lean saadaan riittävä tavalla implementoitua, se tuo myös pari seuraavaa askelmaa (virheettömyyden ja joustavuuden) kätevästi ulottuville. Sitten ollaankin jo lähellä sitä tilannetta, että ylempien osien teknologioita ja toimintamalleja voidaan lähteä soveltamaan (Logistiikka 4.0), kun on varmistettu, että myös alaosan ICT- ja muut asiat ovat kunnossa.

Tiekarttaa voi käyttää edelleen siten, että leanin ja virheettömyyden lisäksi edetään yhä nopeampaan ja joustavampaan tuotantoon. Siinä materiaali virtaa jatkuvasti one-piece-flowna. Tämä mahdollistaa asiakaskohtaisen räätälöinnin, mutta tarkoituksena on kyetä rakentamaan joustavuutta myös volyymivaihteluihin ja tarvittaviin prosessimuutoksiin, joita voivat aiheuttaa niin asiakkaiden muuttuvat vaatimukset kuin jopa kokonaan uudenlainen teknologia (vertaa esim. mahdolliset muutokset, kun siirrytään polttomoottoristen autojen kokoonpanosta sähköautoihin).

Ennen räätälöinteihin menemistä ja panostamista, on kuitenkin hyvä yksinkertaistaa niin tekemistä kuin valmistettavia tuotteitakin ja harmonisoida niissä käytettäviä osia. Tämä lähtee tuotesuunnittelusta, jossa yllättävän vähän ilmeisesti mietitään logistiikan ja materiaalitoiminnan kustannuksia, jotka kuitenkin usein ovat liki yhtä suuria kuin muut varsinaiset valmistuskustannukset.

Volyyimijoustavuus on omalla tavallaan kompleksinen asia tiekartassa. Jos pyritään jatkuvaan one-piece-flow -virtaan, jokainen tuote voi olla erilainen kuin edellinen (tuoteräätälöinti) ja volyyymiä voidaan vaihdella henkilöstön määrää muuttamalla (esim. vuokraus, ulkoistus, osa-aikaistukset). Volyymitason muutokset vain menevät koko ketjun läpi sitten alihankkijoille myös samanlaisina. Ja äkilliset kysynnän kasvut näkyvät toimitusaikojen pidentymisenä asiakkaan päässä. Tästä syystä varastojen pitäminen voi toimia puskurina tuotannon tasaamiseen ja riittävän palvelutason pitoon asiakkaiden suuntaan, mutta silloin toiminta taas sitoo hieman enemmän pääomaa.

Kun perusta on kunnossa ja Lean-kehitysaskleet on saatu toteutettua, voidaan lähteä soveltamaan kehittyneempiä logistiikan teknologioita materiaalitoiminnoissa ja ottaa askelia kohti Teollisuus 4.0:aa. Bittencourt ym:n (2019) kirjallisuuskatsaus kohti Teollisuus 4.0:aa kattoi 26 artikkelia, joista 9 tunnisti nimenomaan Lean-toimintatavat tärkeänä tukena toiminnan digitalisoinnille ja automatisoinnille. Jos prosessit eivät ole hallinnassa ja ne ovat tehottomia (esim. paljon lisäarvoa tuottamatonta työtä ~ hukkaa), digitalisointi ja automatisointi eivät tuo suurta lisäarvoa. Tämä lienee selvää jo maalaisjärjellä ajateltuna, mutta se on hyvä nostaa tähän esille. Uusin teknologia ei auta meitä, jos tekeminen ei ole hallinnassa.

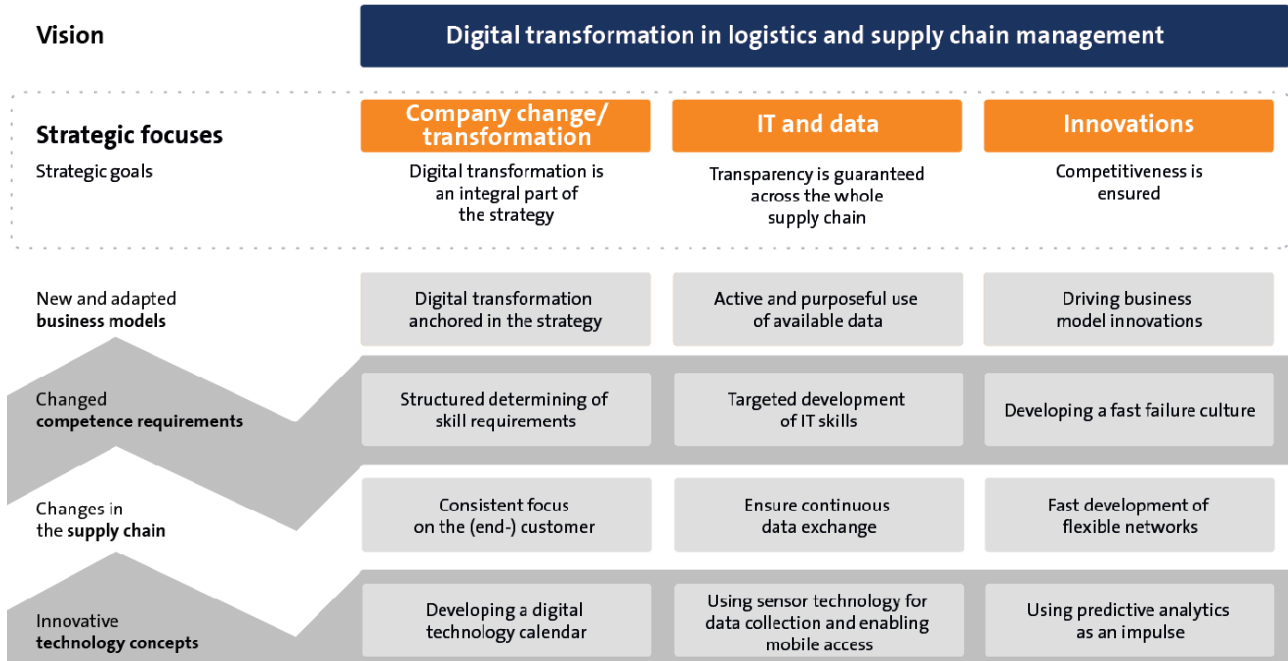
Toisaalta usein case-kuvauksissa todetaan, kuinka suuria hyötyjä tietyistä teknologiaimplementoinneista oli. Nämä edistysaskleet olisi hyvä purkaa auki siten, että näkisimme, mikä osuus syntyy prosessin kuntoon laittamisesta ja mikä on teknologian tuomaa tuottavuusloikkaa. Useinhan tilanne on se, että prosessia kehitetään ja virtaviivaistetaan samalla, kun uutta teknologiaa otetaan käyttöön. Ja tämä on hyvä asia. Mutta juuri asioiden keskinäisten suhteiden ja merkitysten kannalta pitäisi ymmärtää nämä peruseriaatteet ja kyetä jotenkin kvantifioimaan ne erikseenkin.

Tässä yhteydessä palataan termiin ”logistiikka 4.0” kuvaamaan uuden sukupolven materiaalitoimintoja. Logistiikka 3.0 lienee sellaista joustavaa ja ketterää logistiikkaa, joka on jo paljon pidemmällä kuin perinteinen logistiikka, mutta 4. vaiheessa nämä kytkeytyvät täydellisesti ja saumattomasti yhteen. Logistiikan teknologiat ovat yhteensopivia, niitä voidaan kytkeä ”plug-and-produce” -periaatteella muihin järjestelmiin (yleisimmin WMS:n kautta). Kun reaaliaikaista ja virheetöntä dataa päästään kunnolla hyödyntämään ja toimintaa optimoimaan, toimitusketjun suorituskyky ja resurssitehokkuus nousevat uudelle tasolle. Logistiikan integraatiot ovat jo siten lähellä Teollisuus 4.0:n ”kyberfyysisiä järjestelmiä”, jotka mahdollistavat tulevaisuuden joustavan – jopa autonomisesti ohjautuvan – tehtaan. Tämä on tarpeen, kun asiakasräätälöinnit kasvavat niin monimutkaisiksi, että kokonaisuutta ei voida ohjata ja optimoida ”ylhäältä päin”, vaan tekeminen pitää jalkauttaa prosesseihin ja soluihin.

Lopulta voidaan tulla tilanteeseen, jossa ”tulevaisuuden tehtaan materiaalitoimintojen visiota” arvioidaan toimitusketjun ja varastoprosessin osalta. Kokonaisuus rakentuu asiakkaiden tarpeille ja toimittaa ne. Teknologioita on lueteltu kuhunkin prosessivaiheisiin siten, että tikapuun ylemmälle askelmalle nouseminen on vaativampaa kuin edellisen tason tekeminen. Ja yrityksen ei tarvitse pyrkiä kaikissa huipulle, vaan siihen tasoon, joka riittää asiakkaiden vaatimusten täyttämiseen järkevällä kustannustasolla. Kuitenkin tiekartta on ikään kuin kypsyysmalli, jossa kivijalan ollessa kunnossa

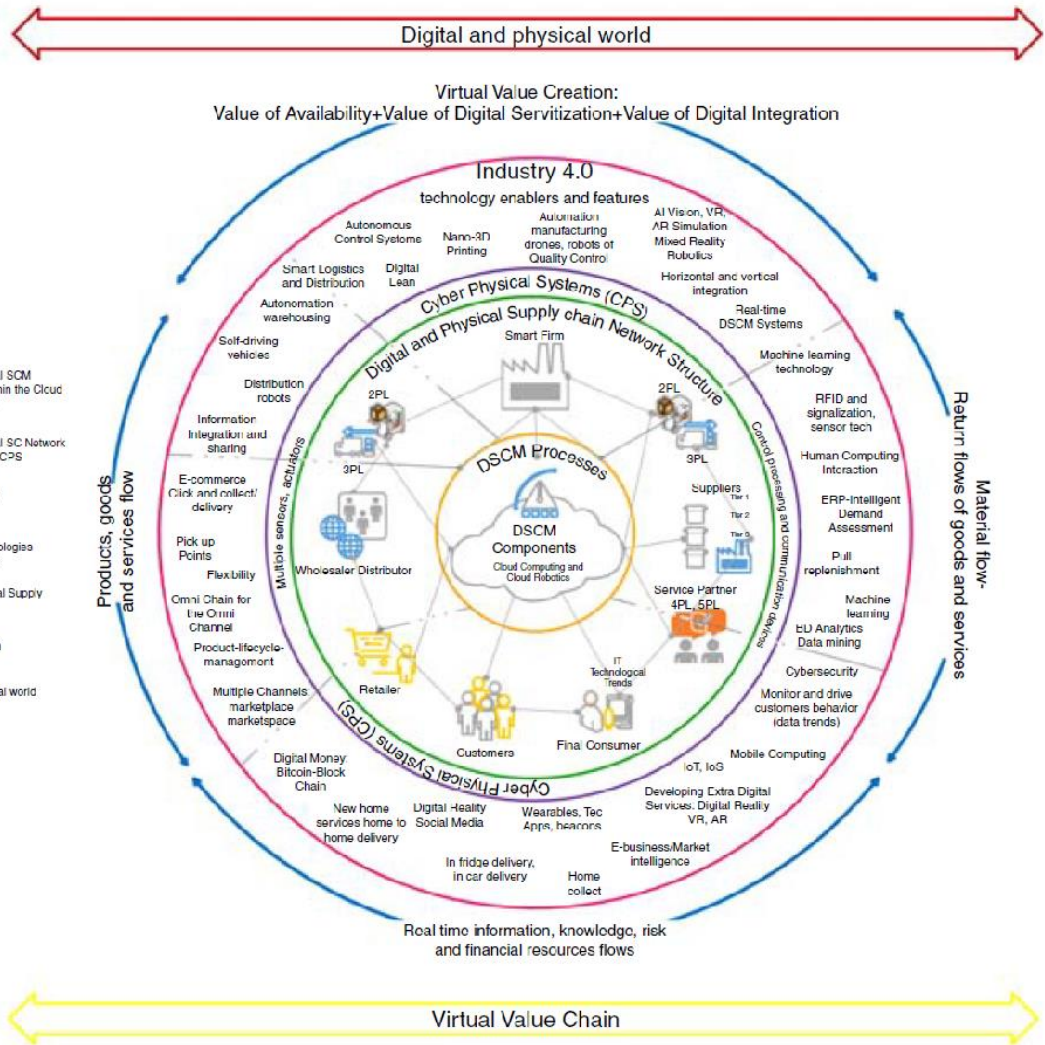
voidaan edetä tikapuun askelmalta seuraavalle. Usein ei ole järkevää yrittää hypätä askelmaa ylemmäksi ennen kuin perusasiat ovat kunnossa. Eikä se ole edes mahdollista, jos edeltävä prosessivaihe ei ole kunnossa. Esimerkiksi nimiöinti pitää olla hallinnassa, jotta tunnisteita voidaan hyödyntää ja edelleen varmistua oikeassa varastopaikassa olevista nimikkeistä ja niiden saldoista, joita taas tarvitaan tehokkaassa tuotannonohjauksessa.

Tätä "sisälogistiikan" visiota ja tiekarttaa pitää tietysti osata hyödyntää sopivassa suhteessa tämän raportin varsinaisen sisällön kanssa – eli tehdä koko kuljetusketjusta saumaton. Siksi rajapinnat vastaanotossa ja lähettämössä ovat tärkeitä. Ja ne vaativat edelleen niin oston kuin myynninkin mukana oloa koko toimitusketjun kehittämisessä.



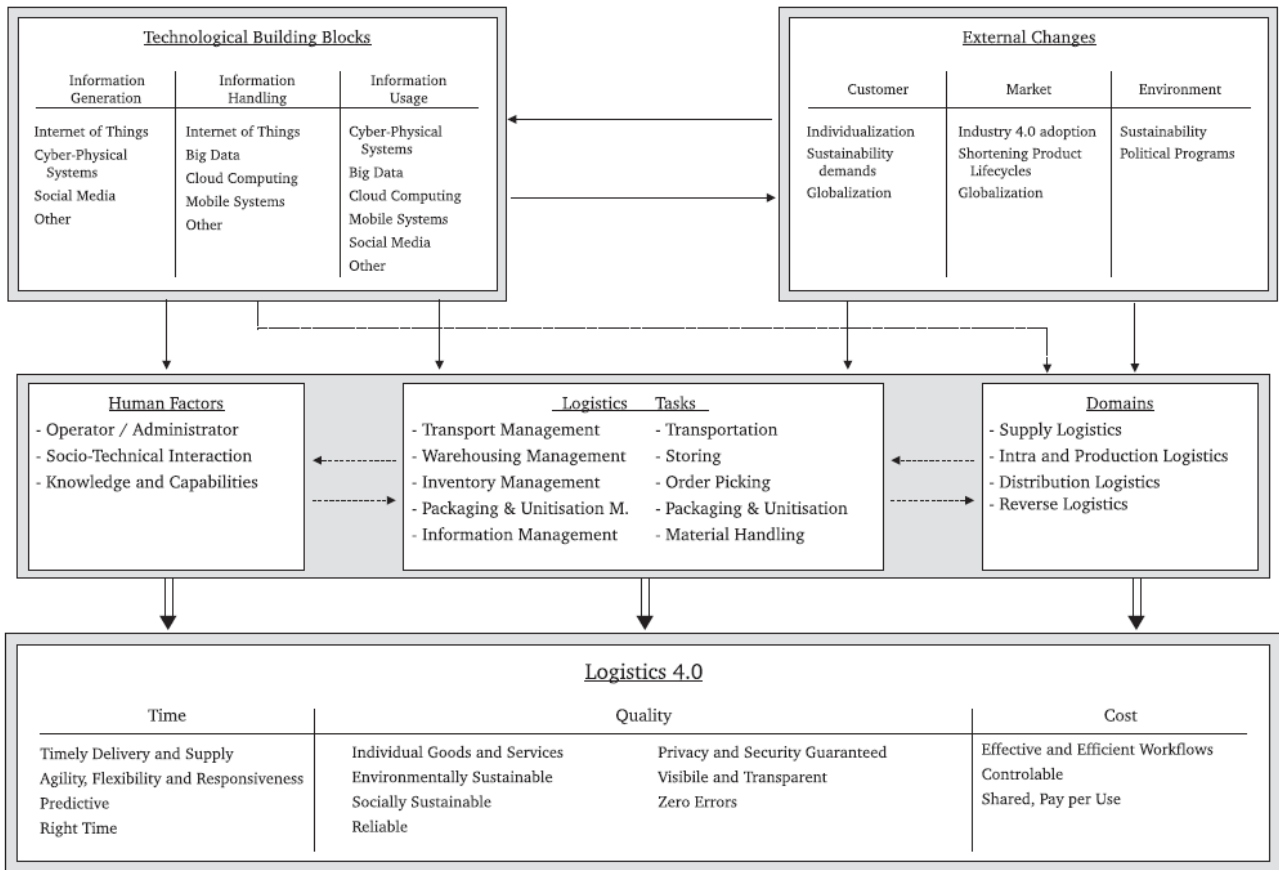
Kuva 3.4. Logistiikan ja toimitusketjun hallinnan digitaalisen transformaation vision saavuttamisen polut. Kersten ym. (2017).

Vaikka emme ole täysin tyytyväisiä saatavilla oleviin akateemisiin kuvauksiin digitalisoituvista toimitusketjuista, valitsimme kuitenkin sieltä oheisen Garay-Rondero ym:n (2019) mallin (Kuva 3.5), jossa digitalisoituvat toimitusketjut kytketään tulevaisuuden Teollisuus 4.0:aan. Siinä on valtava luettelo erilaisia asioita, joita ei ole tässä yksityiskohtaisesti mahdollista käydä läpi, mutta jo rakenteen osalta voimme tehdä muutamia keskeisiä havaintoja. Kun oma esityksemme aiemmin erittelee fyysisen maailman virtuaali- ja digimaailmasta siten, että digitalisointi on juuri se tunniste fyysisen ja digitaalisen tiedon välillä – Garay-Rondero -mallin ylä- ja alareunojen "digitaalinen ja fyysinen" pitää sisällään näitä – ja virtuaalinen arvoketju taas on siinä nimetty erikseen (kun meillä se on sitä digitaalista tekemistä). Ehkä oleellisempaa mallissa ovat kuitenkin sen kehät, ja siinä "Cyber-Physical Systems" (CPS) on paljolti vastaava rajapinta, jonka itse nimeämme "digitalisoinniksi" aiemmin kuvassa 2.8. Sen rajapinnan molemmin puolin on valtavasti erilaisia teknologioita: toisella puolella ne ovat materiaalinkäsittelyä, automatisaatiota ja tekemisen malleja – toisella puolella taas ICT-ratkaisuja, joissa tunnisteiden ja antureiden kautta kerättyä tietoa varastoidaan, käsitellään ja hyödynnetään. Tyypillisimmillään tällainen data kerätään pilveen, josta se on sitten erilaisten sovellusten hyödynnettävissä.



Kuva 3.5 Garay-Rondero ym:n (2019) malli digitaalisesta toimitusketjusta Teollisuus 4.0:ssa.

Garay-Ronderon (2019) mallikin olisi hyvä asettaa silti oikeaan viitekehukseen ja siksi Winkelhaus & Grossen (2020) viitekehys ”Logistiikka 4.0:sta” on tavallaan sopivampi tähän käyttötarkoitukseen, vaikkakin se toisaalta menee myös pidemmälle ja syvemmälle kuin tämän raportin ”kuljetusketjunäkökulma”. Siinä painottuu suurelta osin vastaavia teemoja, joita Lahtinen (2020) tuo esille tehtaan logistiikan digitalisoinnissa, mutta siinä on riittävällä tavalla myös uutta – sekä tähän ”älykkään digitaalisen logistiikan” että rinnalla kulkevaan ”vient- ja tuontihub” -keskusteluun sopivaa ajattelua mm. toimintaympäristön muutosajureina olevista kestävästä kehityksen vaatimuksista.



Kuva 3.6. Logistics 4.0 -viitekehys. Winkelhaus & Grosse (2020).

3.1 Kuljetuspalveluiden hankinta digitaalisilta alustoilta

Yksi esimerkki jakamistalouden ja resurssitehokkuuden tulosta logistiikkatoimintoihin on erilaisten digitaalisten palvelualustojen ja markkinapaikkojen yleistyminen. Aiemmin olemme raportoineet mm. Timocomin ja Trans.eu:n palveluita ja niiden kasvua. Yritykset eivät kuitenkaan enää tuo esille kasvulukujaan ja käsityksemme on se, että näiden suosio ei ole kuitenkaan lähtenyt valtavaan lentoon. Eli nämä eivät ole – ainakaan vielä – skaalautuneet sillä tavalla ylöspäin kuin Internet-pohjaisessa liiketoiminnassa muutamat ovat onnistuneet. Tämä ei tarkoita sitä, että näillä palveluilla ei olisi merkitystä, vaan lähinnä sitä, että niiden kasvu on ollut maltillisempaa kuin joissakin tällaisia ratkaisuja kehittävien toimijoiden ennusteissa on esitetty.

Jakamisilmiö on silti joka tapauksessa olemassa ja sillä on omat kannattajansa. Omatkin käyttökokemuksemme näistä ovat siinä määrin positiivisia, että se kannusta kokeilemaan näiden hyödyntämistä jatkossakin: lähetykset on saatu liikkumaan järkevillä hintatasoilla riittävän nopeasti, mutta haasteet ovatkin olleet enemmän sopimus- ja teknistaloudellisia; miten esimerkiksi reklamaatioiden hoito on saatu hoidettua ja maksut toimitettua?

Edellä mainituista esimerkeistä ja koetetuista ratkaisuista Timocom on nimettynä BCG:n (2018) tuottamassa kuvassa 2.23 ryhmään ”markkinapaikat”, jotka ko. luokittelussa pitävät sisällään ”tuottojen lisäämisen” ja ”laajan palvelutarjonnan”. Tämä onkin varmaan näin logistiikkapalveluyrityksen näkökulmasta, mutta tässä jos tilannetta ajatellaan palvelun ostajan näkökulmasta, kyse voi olla kustannussäästöstä, tarpeellisen palvelun saamisesta tai vastuullisuudesta käyttää kuljetusta, joka muuten ajaisi tyhjänä. Emme tiedä, onko

viime mainittu millään tavalla yritysten agendalla, mutta periaatteessa tätäkin vaihtoehtoa kannattaa tutkia ja pohtia. Vai onko tilanne niin, että paluurahdista syntyvä ”hyöty” verrattuna tyhjänä ajamiseen pitää jakaa kuljetusliikkeen ja asiakkaan kesken asettamalla hinta oikealla kohdalla siten, että asiakas saa halvemmalla kuin normaalisti, mutta palveluntarjoaja enemmän kuin tyhjänä toimittaessa? Myös kotimaasta löytyy tällaisia palveluita, kuten esimerkiksi Finnhub.net ja aikoinaan on ollut ekoajoa ja muita. Speys on kaavailemassa myös uutta palveluntarjoajaa, josta varmaan kuullaan isommin vasta raporttimme julkaisemisen jälkeen.

About SHIPSTA

SHIPSTA powers smart logistics procurement with a digital platform that connects shippers and carriers to ensure a frictionless procurement process for spot and contract buying, entirely online. Built and designed by industry experts, it is taking a truly next-generation approach to logistics procurement centered around data.

-  SHIPSTA is a SaaS technology company
-  Disruptive logistics procurement platform
-  Procurement powered by data
-  Team of +60 experts
-  Founded in 2015
-  Headquartered in Luxembourg and office in Hamburg

Kuva 3.7. Esimerkki kuljetuspalveluiden hankintaan erikoistuneesta sovelluksesta (Shipsta 2021)

Yksi esimerkki kuljetuspalveluiden hankinnasta tulevaisuudessa on Munchenin etämessuilla 2021 esiintynyt Shipsta (kuva 3.7), joka on tarjoaa pilvipalveluna alustaa, jonka he väittävät kykenevän dataan perustuen sekä spot- että sopimus pohjaiseen hankintaan. Vaikka luvun otsikkona on ”hankinta”, samalla voi tietysti katsoa laajemminkin kuljetusten kehittymistä ja yksi vastaavaan sujuvuuteen digitalisaation avulla pyrkivistä hankkeista on nk. Corridor-as-a-Service CaaS -toiminta (ks. Caas nordic.eu 2021), joka on ehkä kuitenkin enemmän ”älyliikennettä” kuin ”älykästä logistiikka”, tosin käsitteiden rajat eivät aina ole selvät.

Näitä erilaisia ratkaisuja ja palvelualustoja on runsaasti. Yksi kysymys on myös se, missä vaiheessa ”älykkyys” tulee näihin palveluihin niin pitkälle, että voimme puhua virtuaalisesta huolitsijasta tai huolintarobotista? Kuvan 2.23 lisäksi johdannossa kuvassa 1.1 ja liitteessä 4 on nimetty useita erilaisia toimijoita, jotka ovat tulleet palvelemaan asiakkaita ja etsimään uusia ratkaisuja ohjata ja tuottaa kuljetuspalveluita. Viime kädessä itse fyysinen kuljetus ei ole muuttunut: asiakas haluaa tavaransa siirrettäväksi – ja jonkin ”täytyy tämäkin työ tehdä”. Toisaalta datan hallinnassa on iso liiketoiminta ja disruptiomahdollisuus; tai ainakin sen avulla toimintaa voidaan optimoida kätevästi ja nopeasti. Meillä onkin markkinoilla suuri joukko kuljetusten optimointiratkaisuja tarjoavia yrityksiä. Näistä vähän lisää seuraavassa luvussa ”datan hyödyntäminen”.

3.2 Datan hyödyntäminen

Big Datalla tarkoitetaan valtavien, järjestelemättömien ja jatkuvasti lisääntyvien tietomassojen keräämistä, säilyttämistä, jakamista, etsimistä, analysointia sekä esittämistä tilastotiedettä ja tietotekniikkaa hyväksikäyttäen. Tiedon paljous ja kompleksisuus tekee sen prosessoimisesta perinteisillä tietokannoilla ja raportointijärjestelmillä vaikeaa ja niinpä Big Datan käsittelyyn tarvitaan uudenlaisia menetelmiä ja työkaluja. Termillä viitataan nykyisin jo usein ennakoivan analytiikan käyttöön tai muihin kehittyneisiin menetelmiin,

joilla on mahdollista poimia datamäärästä valikoitua tietoa. Tällöin aiempi Big Data ja nykyinen tekoäly -käsite lähentyvät toisiaan, vaikka ne on kyllä tässä logistiikkakontekstissa syytä pitää selkeästi erillään.

Big Data -aineistoa analysoimalla on mahdollista tehdä havaintoja ja löytää korrelaatioita esimerkiksi liiketoiminnan trendeistä, sairauksien ehkäisemisestä tai jopa rikosten ennaltaehkäisystä. Big datan määrä kasvaa kiihtyvällä vauhdilla esimerkiksi esineiden internetin ja digitalisaation kehittyessä. (itewiki). Big Data syntyy erilaisista digitalisoiduista toiminnoista ja koneiden/tietojärjestelmien välisestä kommunikaatiosta (esim. data, jota syntyy tuotantoprosesseista, tilaus-toimitusprosesseista tai sosiaalisen median käytöstä) esimerkiksi nk. esineiden Internetin (IoT) myötä.

Big Datalla on tyypillisesti seuraavia ominaisuuksia:

- 1) Dataa on hyvin suuria määriä
- 2) Datan muoto vaihtelee ja se voi olla
 - a. rakenteellista tai
 - b. ei-rakenteellista (esim. tekstiä, loki-tietoja, koordinaatteja, sensoridataa, klikkausdataa (clickstream data), kuvia, ääntä).
- 3) Dataa kertyy, muuttuu ja tulee saataville nopeasti (mukaiillen Tilastokeskus).

Internet of Things (esineiden internet, teollinen internet) ja Big Data ovat eri ilmiöitä, jotka usein esiintyvät yhdessä. Erilaisten koneiden, mittalaitteiden, paikannuslaitteiden ja antureiden keräämä data on arvokasta vain hyödynnettyinä.

IoT, Big Data ja älykäs logistiikka

Logistiikassa tämä hyödyntäminen tarkoittaa järjestelmien kykyä kytkeytyä keskenään (tilaaja, toimittaja, logistiikkatoimija, viranomainen) ja erilaisiin suuriin datamassoja varastoihiin järjestelmiin (esim. Google BigQuery, MemSQL, Spark, Amazon EMR Hadoop Hive). Analytiikkaa, jolla voidaan seurata tavara- ja materiaalivirtojen kulkua yhdistämällä valmistuksen aikaiset materiaalitiedot, varastotieto, kertyvä paikka- ja kuljetusvälinetieto, seuranta-antureiden keräämä tieto ja aika.

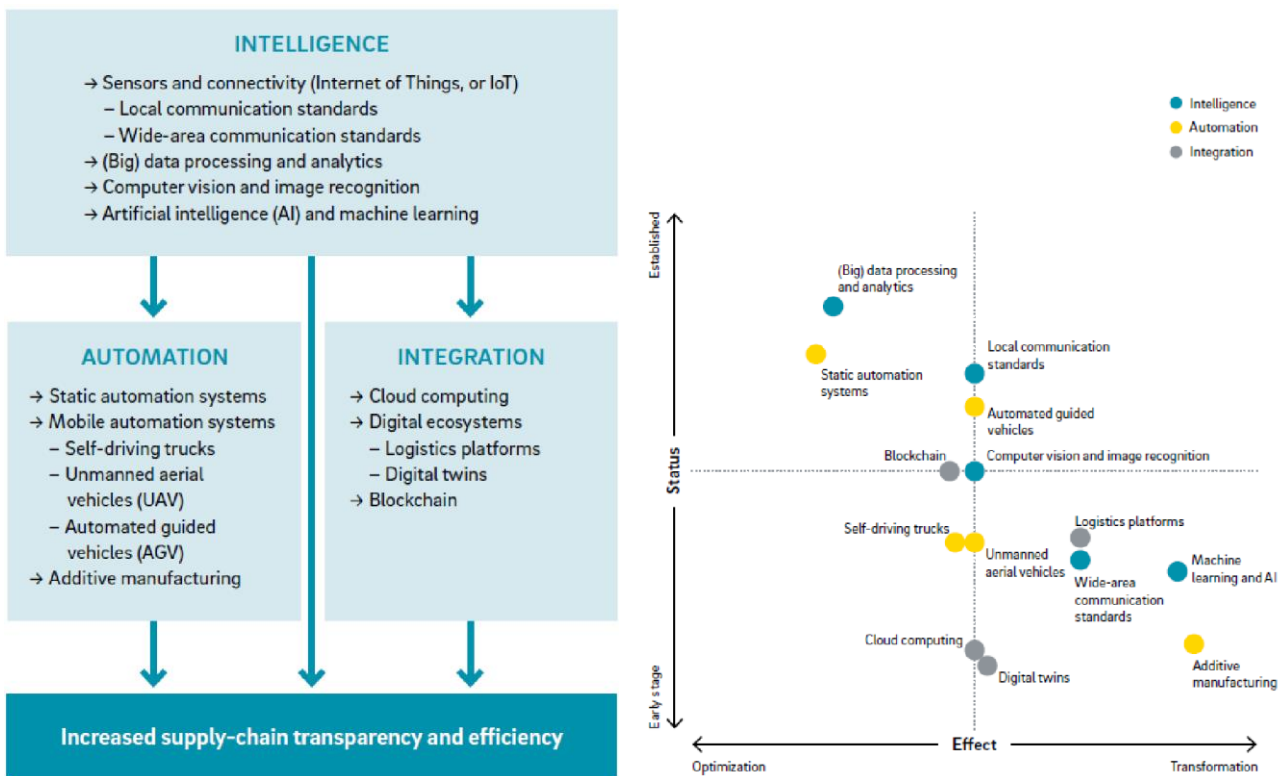
Tietoja syntyy ja käytetään koko toimitusketjun matkalla. Tieto ei yhdistä ainoastaan tavaroita, toimittajia ja asiakkaita, vaan sitä kerääntyy koko toimitusketjun ajan ja yhä useammin tuotteen koko elinkaaren ajan. Logistiikkayrityksen liiketoiminta onkin ytimeltään tiedonhallintaa – prosessien jatkuva optimointi ja tehostaminen on ratkaisevan tärkeää rajusti kilpailluilla toimialoilla. Toimitusketjussa syntyvät tiedot tulee määritellä ja kerätä ilman aukkoja ja samalla tulee vastata kysymykseen: Mistä syntyvät kustannuksemme? Missä kulutamme aikaa? Mitä haluamme parantaa ja muuttaa? Näin syntyy laadullisesti oikeat painopisteet tietojen analysoinnille. Kuljetusvälineiden, mobiili- ja paikannuslaitteiden, antureiden sekä terminaalien ja varastojen erilaisten tunnuslukujen perusteella voidaan osoittaa optimointimahdollisuudet. Analysointi voi tunnistaa kuljetusvälineiden ja -kaluston ja varastoresurssien vajaakäytön, tilaus-, toimitus- ja varastoprosessien optimointitarpeen.

Logistiikka-alan työntekijöille digitalisointi tarkoittaa erilaisten tietojärjestelmien, mobiililaitteiden, autonomisten vaunujen, robottien, automaattivarastojen tuloa työpaikoille. Työvoimaa tarvitaan edelleen ja jatkossa. Työn kuva ja tarpeellisten taitojen vaatimukset muuttuvat jatkuvasti. Innovatiivisimpien tekniikoiden, analysoinnin sekä riskien hallinnoimiseen tarvitaan logistiikan ja automaatiomahdollisuuksien osaajia!

Logistiikka elää tiedoista. Jo aiemmin raportin toisessa luvussa on esitelty paljon teknologiaa, esimerkiksi tunnisteita ja paikannusta, jotka synnyttävät usein jopa reaaliajassa valtavasti dataa sekä erilaisia ohjelmistoja, jotka hyödyntävät niitä. Isossa kuvassa voisi tunnistaa datalla hyödyntämiskohteina 1)

eteneminen yksittäisestä operatiivisesta työvaiheesta osaksi yrityksen johtamisjärjestelmää, 2) datan soveltaminen erilaisissa optimointiohjelmissa (tai jopa oppivissa ratkaisuissa nk. tekoälyssä) yrityksen sisällä, 3) datan soveltaminen vastaavasti arvoketjun tasolla, 4) sen jakaminen viranomaiskäyttöön tai 5) muuten avoimeen käyttöön (osaksi Big Dataa) ja vastaavasti 6) muiden tuottaman ja rikastaman datan hankkiminen täydentämään omaa ratkaisua (Big Data) kuljetusketjun tasolla tai jopa 7) datan myyminen kokonaan kolmannen osapuolen käyttöön esimerkiksi teknologioiden kehittämistä varten edelleen. Viimemainitusta esimerkkinä voisi olla vaikka yrityksen ratkaisuissa olevista antureista kertyvän tiedon myyminen ajoneuvoteollisuudelle siten, että ne voivat edelleen kehittää ajoneuvoja, kun saavat todellista tapahtumadataa markkinoilta (polttoaineen kulutustiedot tms.) simulaatioissa.

Tuolla 2. portaalla on nimettynä ”optimointiohjelmit”. Näitä toimijoita myös meidän kotimaisessa markkinassa on monta. Joitakin esimerkkejä olkoon Ekomond, NFleet, Procomp ja Weoptit – ja kansainvälisessä markkinassa näitä on lisää saksalaisesta PTV Groupista hollantilaiseen Orteciin – ja kullakin niillä on erilaisia tuotteita. Tietyt peruslainsäädännöt ovat samanlaisia käyttäjälle – ja lopulta ei liene niinkään oleellista se, kuinka lähelle teoreettista optimia algoritmi laskee, vaan se, että yritys saa nopeasti ja helposti tekoälyn avulla järkevät tuotanto- ja toimintasuunnitelmat. Tämä taas vaatii usein reaaliaikaista ja täsmällistä dataa; usein haaste onkin datan saatavuus ja laatu, ei itse laskenta ja ratkaisu.



Kuva. 3.8. Uudet ohjelmistotuotteet rakentuvat suurelta osin digitalisoinnin, datan ja älykkyyden varaan (Roland Berger 2020).

Kun optimointitasolta siirrytään pidemmälle kohti tulevaisuutta, voimme katsoa vaikka yllä olevan kuvan 3.8 oikeaa reunaan: näemme siinä luokiteltuna älykkäitä, automaattisia ja integroivia ratkaisuja, joista osa on vasta syntymässä; nelikenttä ottaa huomioon myös niiden inkrementaalisen optimoivan luonteen tai kyvyn suuriin muutoksiin (vaaka-akseli). Edellä mainittu optimointi on siis koettu teknologiaa, jolla voidaan asteittain parantaa nykyistä, mutta esimerkiksi konenäkö ja edelleen kehittyneemmät koneoppimisen ja tekoälyn mallit voivat mennä pidemmälle. Vastaavasti itseajavat ajoneuvot tai valmistusteknologia kehitys (additive manufacturing esim 3D-tulostuksena) voi muuttaa toimitusketjuja toisilla tavoilla.

Kuvan 3.8 vasemmassa reunassa on puolestaan pääryhmät uuden sukupolven logistiikkaohjelmistoista, kuten ”älykkyys”, digitalisointi ja automatisaatio, josta kyseinen selvitys toteaa mm. seuraava:

INTELLIGENCE

Data is now king, and the complexity and network-based nature of logistics offer many opportunities for data-driven decision making and optimization. The network-based nature of logistics and the growing complexity of supply chains mean both can benefit from the use of improved data analyses. Increased supply-chain intelligence also enables the emergence of more data-driven, and ultimately predictive, business models. While artificial intelligence has only a few applications so far in logistics, better data processing is already greatly improving efficiencies at only-slowly digitizing logistics players.

AUTOMATION

Robotic systems are becoming increasingly common in logistics as lifespans grow, prices fall and productivity rises. A cheaper, more flexible and collaborative generation of robots is entering the logistics market, driven by rising labor costs and increasing productivity and lifespans. However, for the next five years, robotic systems will only be able to support employees and not (yet) fully replace their daily tasks. The biggest benefits of robots may be seen in intermodal hubs, where they can more efficiently sort packages according to their destination.

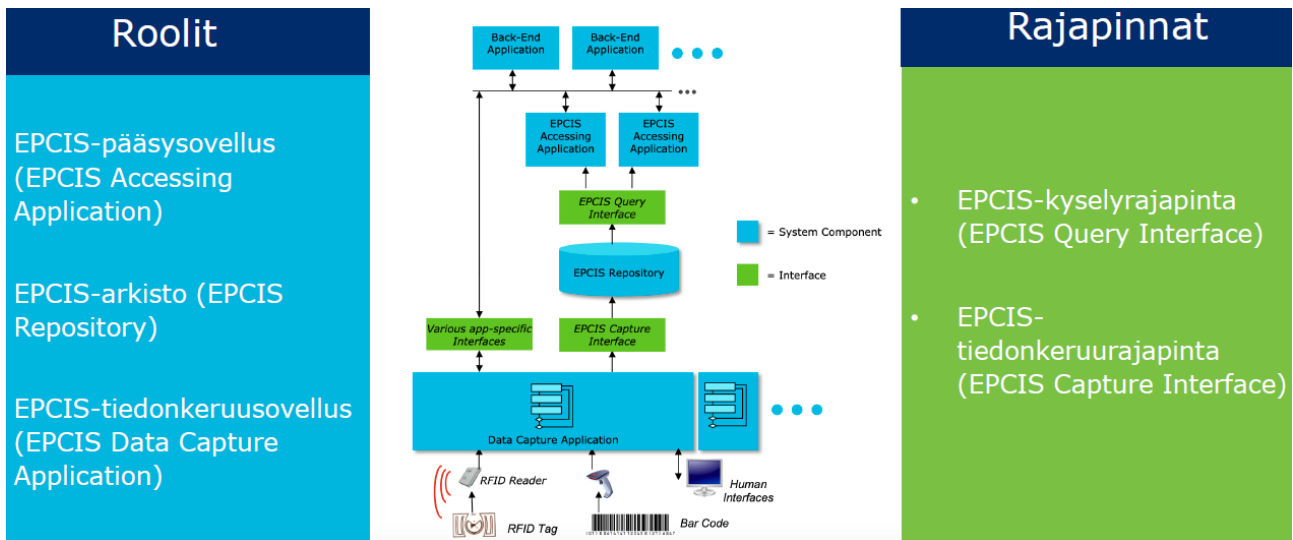
INTEGRATION

Platform models offered by logistics players must fully address the challenge of integrating multiple stakeholders from diverse industries. Several B2C logistics markets have already experienced the rise of platform models. Now, growing connectivity in B2B markets is increasing the need for platform models that improve transparency and efficiency in the overall supply chain. In particular, the European logistics market is still very heterogeneous with no dominant B2C or B2B platform. Compared to B2C, B2B platform business models face additional challenges: they involve multiple industries and parties, lack standardization and suffer from security issues and a lack of trust between market players.

3.3 Koko ketjun tapahtumatietojen hallinta GS1:n EPCIS -järjestelmän avulla

Vaikka GS1:n EPCIS -järjestelmä, jossa kuljetusketjun tapahtumatietoja hallitaan, on jo käytössä, se on tässä raportissa otettu kuitenkin tänne visio -osuuteen, koska sitä kehitetään edelleen ja uusia käyttökohteita pohditaan. EPCIS soveltuu niin edellä luvussa 2.8 kuvattuun kuormankantajien datan tunnistamiseen, kuin jatkossa myös koko kuljetusketjun yksiköiden tunnistamiseen. GS1:llä on tätä kirjoitettaessa käynnissä oma sisäinen hanke ”Implementation Guideline: Integrated Track and Trace for Multimodal Transportation using EPCIS”. Hankkeen nimi kertoo aika tarkasti EPCISistä; se soveltuu nimenomaan jäljitettävyysovelluksiin kokoamalla tapahtumatiedot yhteen, mutta jatkossa se toimii myös eri kuljetusmuotoja yhdistävissä ketjuissa sujuvasti, mikä on tärkeää niin tulevaisuuden kuljetusjärjestelmän kuin tämän Smart Hub Solutions -hankkeen muiden työpakettien kannalta.

GS1:n projektin missiona on mahdollistaa tuotteiden ja kuljetusyksiköiden seuranta ja tiedonjakaminen STANDARDISOIDUSSA sähköisessä muodossa. Siinä muodostetaan erilaisia skenaarioita, jotta voidaan selittää miten dataa syntyy, ja miten dataa hyödynnetään esimerkiksi tuote-eriä jäljitettäessä. Tämä tehdään tyypillisesti myös niille kuljetusyksiköille, joissa tavaraa kuljetetaan, kuten lavoille ja konteille. Fokus on logistiikkatoiminnoissa myyjän ja ostajan välillä.



Kuva 3.9. Periaatekuva EPCIS -järjestelmästä (GS1)

EPCIS (Electronic Product Code Information Systems) auttaa tapahtumatiedon läpinäkyvässä jakamisessa organisaatioiden ja tietojärjestelmien välillä. Hyvän muistisääntönä voisi olla vaikka se, että konsultit eivät itse aina muista, mistä tuo EPCIS -lyhyenne tulee – ja sekoittavat siihen englanninkielien event (~ tapahtuma) -sanan joukkoon; siis tapahtumatietoja tässä tallennetaan, mutta sana itsessään ei sisälly lyhenteeseen. Tapahtumatiedon jakaminen voi olla yrityksen sisäisten tietojärjestelmien välillä tai toimitusketjussa olevien eri toimijoiden välillä. Yhdenmukainen datan standardi mahdollistaa erilaisten jäljitettävyyssratkaisujen rakentamisen. Nämä standardit ovat tyypillisesti GS1:n yksilöinnin avaimia (ks esim. kuvat 2.6 ja 2.12.), mutta multimodaalisen ketjun seurantomallia ovat luomassa myös IMO (International Maritime Organization) ja BIC (International Bureau of Containers). Vaikka voimme pitää GS1:stäkin riittävällä tavalla puolueettomana – Railgaten havittelemien kansainvälisten intermodaaliketjujen kannalta on luotettavampaa, että ehdotettava ratkaisu perustuu useamman kansainvälisen standardoijan ja etujärjestön yhteiseen toimintaan.

Kuljeusyksikön tai tuote-erän yksilöintiedot voidaan sisällyttää RFID-tunnisteisiin tai GS1-viivakoodeihin. EPCIS on julkaistu jo ISO/IEC 19987 -standardina. Siinä tukena voidaan käyttää CBV:tä (Core Business Vocabulary) määrittämään data-arvot, joita EPCIS-tietomallissa käytetään, jotta voidaan varmistua yhteisen datan merkityksistä ja liittää EPCIS-tapahtumat liiketoimintaprosesseihin aidossa liiketoimintakontekstista. GS1:n esitteen mukaan tämä on kriittinen yhteen toimivuuden näkökulmasta, mutta meillä itsellämme ei ollut tässä casea samanaikaisesti arvioitavana. Idea on kuitenkin siinä, että osapuolet ymmärtävät sanomat samalla tavalla: näitä on mm. identifiointi eri vaiheille valmistus, kuljetus tai statuksille uusi tai käytetty jne.

EPCIS mahdollistaa toimitusketjun läpinäkyvyyden:

- **Seuranta**
Missä lähettämämme tuotteet ovat?
- **Jäljittäminen**
Mistä tämä tuote-erä on peräisin?
- **Chain of Custody (CoC) / Chain of Ownership (CoO)** Minkä tahojen omistuksessa tai hallinnassa nämä tuotteet ovat olleet?
- **Varastonhallinta**
Kuinka monta yksikköä on varastossa? Milloin käytettävissä oleva varastoni vanhenee?
- **Takaisin veto**

Kutsu takaisin kaikki XYZ-tuotteet, jotka on toimitettu 2. marraskuuta 2020 tuotantolaitoksesta 123...

EPCIS-tietomalli

- § EPCIS-tietomallin data koostuu ”tapahtumista”, jotka kuvaavat yhteen tai useampaan objektiin liittyviä liiketoimintaprosessin vaiheita
- § Tapahtumia kutsutaan standardissa EPCIS Eventeiksi. Yksi EPCIS Event kuvaa jonkin tietyn vaiheen toteutumista liiketoimintaprosessissa
- § Yhdessä näistä muodostuu yksityiskohtainen kuvaus liiketoimintaprosessista

EPCIS-tapahtuma

- § **Kuka** – kyseiseen tapahtumaan liittyvän osapuolen tunniste
- § **Mitä** – kyseiseen tapahtumaan liittyvien objektien tunnisteet
- § **Milloin** – tapahtuman päivämäärä ja kellonaika
- § **Missä** – sijainti, jossa tapahtuma tapahtui sekä sijainti, jossa objektien oletetaan olevan tapahtuman jälkeen
- § **Miksi** – tapahtuman liiketoimintakontekstiin liittyvä tieto.

Esimerkiksi:

- mihin liiketoiminnan vaiheeseen tapahtuma liittyy (valmistus, kuljetus, vastaanotto jne.)
- mukana olevien osapuolten tunnisteet
- linkitykset tapahtumaan liittyviin tuotetietoihin ja dokumentteihin

Alkutuotanto	Tuotanto	Lähetys	Kuljetus	Vastaanotto	Kauppa
<p>Sijainnin tunniste Laitosnumero/galleri: GLN: 9504000219001-PL-4023</p> <p>Laatimattomien tuotteiden tunniste GTIN: 09504000219109 Eränumero: B20171202-1 Attribuutit: Valmistuspäivämäärä: 2017-05-22</p> <p>Kuka (GLN) 9504000219000 Mitä (GTIN) 09504000219109 (Eränumero) B20171202-1 (Määrä) 200 Missä (GLN) 9504000219901 (Kuljetuspakkauksen tunniste) (GLN laajennus) PL-4023 Milloin 2017-05-22T13:15:00+06:00 Miksi Saadonvorju</p>	<p>Sijainnin tunniste Laitosnumero: GLN: 9501101530911</p> <p>Kuljetuspakkauksen tunniste GTIN: 09501101530003 Eränumero: AB-123 Attribuutit: Viimeinen käyttöpäivä: 2017-12-02</p> <p>Kuka (GLN) 9501101532007 Mitä (GTIN) + (Eränumero) + (Määrä) (Ainesosat) Mikä (GTIN) 09501101530003 (Eränumero) AB-123 (Määrä) 500 Milloin 2017-05-22T13:15:00+06:00 Miksi Tuotanto</p>	<p>Sijainnin tunniste Lähetyspaikka: GLN: 9501101530928 OS-5</p> <p>Logistisen yksikön tunniste SSCC: 395011015300022013 Sisältö: 20 laatikkoa GTIN: 09501101530002 Eränumero: AB-123 Viimeinen käyttöpäivä: 2017-12-02</p> <p>Kuka (GLN) 9501101532007 Mitä (SSCC) 395011015300022013 Mikä (GTIN) 09501101530003 (Sisältö) (Eränumero) AB-123 (Määrä) 20 Milloin 2017-08-02T10:15:00+01:00 Miksi Lähetys</p>	<p>Sijainnin tunniste Laitosnumero: GLN: 9501101530928 OD-15</p> <p>Logistisen yksikön tunniste SSCC: 395011015300022013 Rekan tunniste: GIAI: 950400022011-901 DK</p> <p>Kuka (GLN) 9504000220005 Mikä (GIAI) 950400022011-501-BK (Rekka) Mitä (SSCC) 395011015300022013 Milloin 2017-08-02T10:15:00+01:00 Miksi Kuljetus</p>	<p>Sijainnin tunniste Vastaanottoalue: GLN: 9504000221101-IS-3</p> <p>Logistisen yksikön tunniste SSCC: 395011015300022013 Sisältö: 20 laatikkoa GTIN: 09501101530003 Eränumero: AB-123 Viimeinen käyttöpäivä: 2017-12-02</p> <p>Kuka (GLN) 9504000221003 Mitä (SSCC) 395011015300022013 Mikä (GTIN) 09501101530003 (Sisältö) (Eränumero) AB-123 (Määrä) 20 Milloin 2017-08-02T10:15:00+01:00 Miksi Vastaanotto</p>	<p>Sijainnin tunniste Kauppa: GLN: 9504000221905</p> <p>Kalustuspakkauksen tunniste GTIN: 9501101530010 Eränumero: AB-123 Attribuutit: Viimeinen käyttöpäivä: 2017-12-02</p> <p>Kuka (GLN) 9504000221003 Mitä (GTIN) 9501101530010 (Eränumero) AB-123 (Määrä) 2 Milloin 2017-08-12T11:34:00+01:00 Miksi Myynti</p>

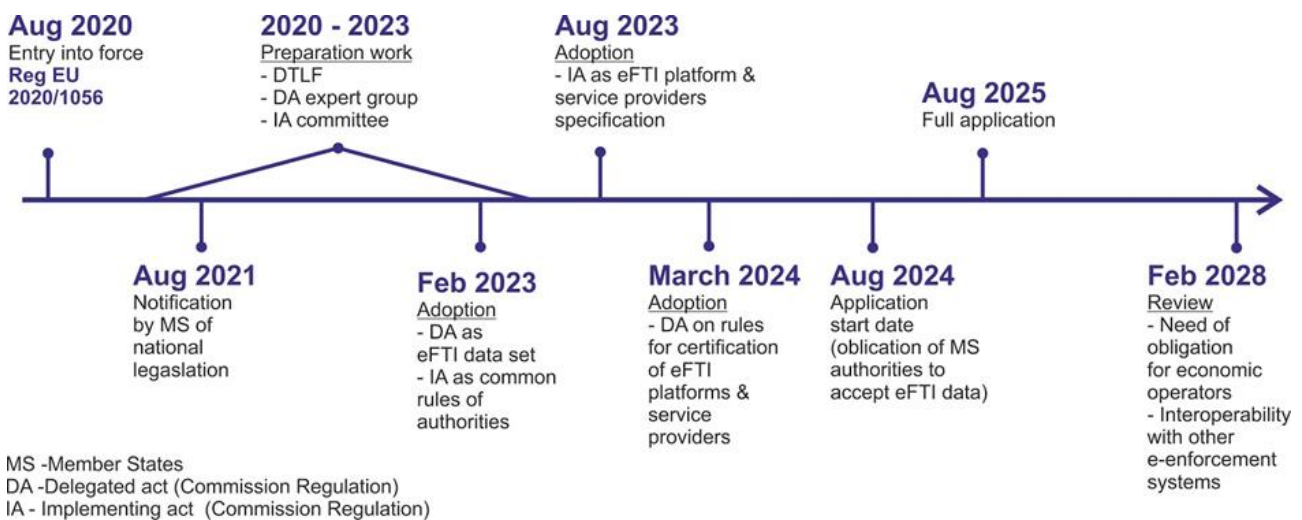
Kuva 3.10. EPCIS tapahtumatiedot arvoketjussa (www.gs1.fi)

3.4. Sähköisen kuljetusketjun yhdistäminen viranomaisjärjestelmiin

Siinä missä tämä raportti keskittyy ensisijaisesti lähettäjän, vastaanottajan ja kuljetuspalveluyrityksen muodostaman ketjun digitalisointiin ja älykkyyteen, on syytä silti todeta rajapintoja niin liikenteen kuin viranomaistenkin tietojärjestelmiin. Tässä ei mennä niinkään liikenteen tietojärjestelmiin, mutta yritysten kannattaa seurata sielläkin tapahtuvaa kehitystä ja arvioida, mitkä ovat heidän itsensä kannalta relevantteja asioita: esim. ruuhkien ennustaminen (osana navigaatorikaisua) jne., sää/kel tiedot, tai jopa infrastruktuuri <https://vayla.fi/vaylista/aineistot/digiroad> . Niiden sijaan tässä tutustutaan case-tyyppisesti eestiläisten luomaan ajatteluun nk. logixdigi -konseptin kautta. Kuljetusketjun sujuvuus voi nimittäin liittyä myös viranomaisten tietojärjestelmiin.

Kuljetusyrityksen perspektiivistä idea logixdigi kulminoituu käytännössä sähköisen rahtikirjan käyttämiseen. Tähän on tarjolla runsaasti ratkaisuja niin kuljetusyritysten omista ratkaisuista kuin WayBiller tai MobiCarnet -sovelluksista. eCMR. Komissio on laskenut, että digitalisointi voi tehostaa kuljetusyrityksen hallinnollista työtä jopa 60%. Mering ym. (2021) toteaa, että sähköisten kuljetusasiakirjojen käyttö vähentää harmaata taloutta (petoksia, kabotaasisäädösten rikkomisia, ylikuormasta jne) ja antaa tarvittavaa evidenssiä asioiden asianmukaiselle selvittämiseksi. Aiemmin jo luvuissa 2.5 (mm. kuva 2.23) ja 2.6 on kuvattu sähköistä kuljetustilausta ja sen tuomia hyötyjä, tässä kyse on taas nimensä mukaisesti sähköisestä rahtikirjasta.

Alan toimijoiden on syytä muistaa, että taustalla on myös nk. eFTI (Electronic Freight Information Regulation) EU-sääntely, joka on esitelty heinäkuussa 2020 (EU 2020/1056), ja tulee voimaan tämän vuoden elokuussa (8/2021). Se pakottaa EU:n jäsenvaltiot hyväksymään kaikki rahtidokumentit ja kuljetuksiin liittyvän datan sähköisessä muodossa; tällä tulee olemaan luonnollisesti vaikutusta myös kansallisiin säädöksiin, jotka pitää päivittää vuoteen 2025 mennessä.



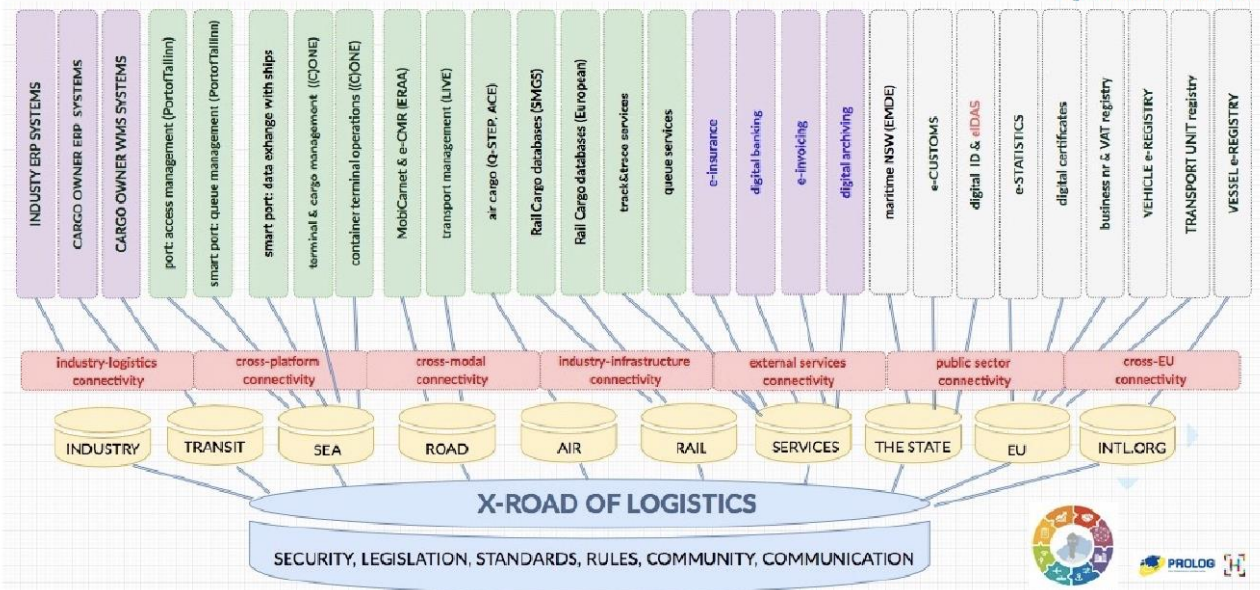
Kuva 3.11. eFTI aikataulu.

Alan toimijoiden näkökulmasta muutos on hyvin nopea. Sitäkin nopeammalta se saattaa tuntua viranomaisille. Toisaalta tämä jos mikä on yksi selkeä osoitus siitä, että kuljetusketju on aidosti siirtymässä digitaalisesti työvälineiden osalta. Logixdigi ajattelun taustalla on nk. x-road -järjestelmä, johon niin Viron kuin Suomenkin tietyt viranomaisjärjestelmät (esim. suomi.fi) perustuvat (<https://fi.wikipedia.org/wiki/X-Road>) muilla elämänalueilla. Vastaava tietoarkkitehtuuria ja tiedonsiirtomahdollisuuksia järjestelmien yli halutaan nyt siis tuoda logistiikkaan. Kuljetusketjun osalta tämä mahdollistaa ”single national access pointin” (NAP) kuljetusten viranomaistiedoille.



LOGIXDIGI - X-road for logistics

Source of the graphics:
Single Window Initiative Estonia



Kuva 3.12. Logixdigi-ajattelun periaatekuva.

Mitä tietoja kuljetusketjun toimijat haluavat jakaa kolmansille osapuolille? Lähtökohtaisesti viranomaisille halutaan jakaa tieto, mutta alalla ollaan vielä hyvin skeptisiä siitä, kuka voisi hyödyntää tietoja tehokkaasti ilman, että siitä voisi syntyä vahinkoa jollekin toiselle. Joka tapauksessa kuljetusketjujen digitalisointi etenee nyt sähköistyvien rahtikirjojen kautta. Sähköisiä rahtikirjoja tuottavat tahot voivat ja ehkä joutunevatkin tarjoamaan myös lisäpalveluita yrityksille. Ja valtion näkökulmasta (ks. Mering ym. 2021) suurimmat edut syntyvät yhtenäisestä datasta, joka mahdollistaa tehokkaamman kuljetusten valvonnan (Massa/tavaralaji, VAK, ajoneuvo & kuljettaja), kun tieto tavoittaa ja vastuullisen viranomaisen käytettävissä, parantaa tilastointia, turvallisuutta ja sujuvoittaa rajanylityksiä. Tällä hetkellä data on monessa eri paikassa: kuljetuksia koskevat tieto rahtikirjoissa, ajoneuvon ja kuljettajan oikeudet toisella viranomaisella ja yritysten kolmannella; valtion näkökulmasta on siten perusteltua, että kuljetusdokumentti digitalisoidaan – ja viranomaisen pystyy yhdistämään lähetyksen, sisällön karkealla tasolla (rahtikirjaan merkityllä tarkkuudella), vastaanottajan, kuljettajan ja ajoneuvon, ja tämän tietosisällön avulla joko ohjaamaan kuljetusta tai sujuvoittamaan sen etenemistä.

Yksi mielenkiintoinen kotimainen yritys, joka tarjoaa kuljetuksiin liittyvää tietoa, on Tietorahti Oy. Sen karttanäkymässä on runsaasti tarkentavaa tietoa kuljetusalan toimijoille, jota ei yleensä kartoissa ole saatavana. Tällaisia ovat esimerkiksi lastauslaiturien sijainteja ja mitoituksia koskevat tiedot. Esimerkiksi kaupunkijakelussa voi olla hyvin oleellista tietää porttikongin koko tai oikea pysähtymisruutu – ja koska se mahdollisesti olisi käytettävissä. (Viittaa Lausvaara, Tietorahti Oy; Miten Helsingin kaupungin Citylogistiikka?) vrt. myös Tieke ”saavutettavuusdata” <https://tieke.fi/hankkeet/logistiikan-saavutettavuusdata/> Maanmittauslaitoksella on myös joukkoistettu hanke ”osoitehaavi”, jolla pyritään keräämään tarkemmin puuttuvia osoitteita, jotka ovat tärkeitä viranomaisille ja esimerkiksi hälytysajoneuvoille, mutta niillä on varmasti merkitystä myös logistiikkapalveluiden tuottajille. Tyypillinen tilanne voi olla asunto-osakeyhtiö, jossa on useita rakennuksia samalla piha-alueella: mistä löytyy helpoiten tietty rappu tai asunto?

3.5 Joukkoistettu jakelu

Yksi kuumimmista startup-lajeista liittyy ruoan kotiintoihtuksiin. Siinä on runsaasti erilaisia toimijoita maailmalla, kuten kotimainen Wolt tai kansainväliset Deliveroo ja Foodora, mutta näitä on suuri joukko muitakin vastaavia toimijoita. Tähän liittyy runsaasti myös negatiivisävytteistä keskustelua, kuten ”keikkatalous” (Gig Economy, Sundarjan 2015) ja siitä, ovatko palveluntarjoajat yrittäjiä vai työsuhteessa toimivia. Logistiikkaa silmällä pitäen McKinnon (2016) kokosi jo 5 vuotta sitten yhteen tätä kehityspolkua ja hänen White Paperissaan arvioidaan useita erilaisia näistä toimijoista. Tässä yhteydessä viittaamme erääseen kotimaiseen startupiin, Eezeryyn, joka on luonut myös tällaisen alustan. Se on sikäli mielenkiintoinen yritys, että perustajilla ei käsityksemme mukaan ole toimialakokemusta, vaikka muuten näkemystä uudenlaiseen ratkaisuun onkin ollut. Muita kotimaisia julkisuudessa olleita ovat mm. Piggybaggy (kutsuu itseään myös tavaroiden kimppakyydiksi) ja Fiuge. Kuten todettua, maailmalla vastaavia ratkaisuja – tai tätä sivuavia on useita. Perusideana useissa näissä on se, että maailmalla on runsaasti vajaata kapasiteettia ajoneuvoissa, jota voidaan ”myydä” sopivan alustan kautta tavaralleen kyytiä kaipaaville.



Kuva 3.13. Eezeryn toimintamalli.

Eezeryn alustassa on kytketty yhteen ne perustoiminnot, joilla kokonaisuus voidaan toteuttaa sujuvasti. Siihen voidaan kytkeä myös em. seurantaratkaisuja esim. kuljetusolosuhteiden valvontaan. Joukkoistetun jakelun lisäksi viimeiseen mailiin liittyy niin paljon intressiä nyt verkkokaupan kasvaessa, että kakkua jakamaan on tullut myös useita muunlaisia toimintamalleja, kuten sovellustaan kehittävä ja siihen uskova Budbee tai mikä tulee myöhemmin olemaan esimerkiksi ”älykiinteistöjen” rooli? Voidaanko esimerkiksi tunnistautuvalle jakelukuljettajalle avata pääsyoikeus tiettyihin tiloihin tiettyyn aikaan älylukitusjärjestelmällä?

3.6 Digitaalinen kaksonen

Digitaalinen kaksonen (Digital Twin) tarkoittaa esimerkiksi tuotantokoneen virtuaalista kopiota. Kopio voi mallintaa suuriakin kokonaisuuksia koneineen, laitteineen, prosesseineen, järjestelmineen ja työntekijöineen, ja Digitaalisen kaksonen kautta voidaan seurata reaaliajassa koneiden tehoja, lämpötiloja

ja vaikkapa kuluvien osien rasituksia. Kaksosen ”näyttämä” tieto on yhdellä silmäyksellä ymmärrettävää. Datasta nähdään, miten tuotantoa ja toimintaa voidaan tehostaa.



Kuva 3.14. Digitaalinen kaksosen aidosta toimintaympäristöstä.

Oulun Satama on kehittämässä digitaalisen kaksosen mallin pohjalle sataman toiminnanohjausta. Laivan / laivojen saapuminen tuo kiireen satamaan. Haasteena on elävässä ja riskialttiissa ympäristössä toimia suunnitelmallisesti ja optimaalisesti. Logistiikan tehokas ohjaus vaatii keskeiseltä osaltaan reaaliaikaisen tiedonkulun varmistamista. Digitaalisen kaksosen tavoite onkin:

- + tarjota suunnittelun ja optimoinnin alusta
- + muuttaa logistiikan hoitamiseen liittyvän tiedon jakaminen puhelinrumbasta malliin
- + Tuottaa ja tarjota toiminnan suunnittelun pohjaksi reaaliaikaisen tilannekuva satamassa toimiville tahoille ja asiakkaille monitoimittajaympäristössä - satamaoperaattorit, vieraileva liikenne mereltä, rautateitse, kumipyörillä
- + tarjota alusta myös droonien ja 5G-tiedonsiirron tuottamalle tiedolle paikallisen tilanteen tarkastamiseksi (esim. öljyläikkä meressä, laiturin jäätilanne, ...)

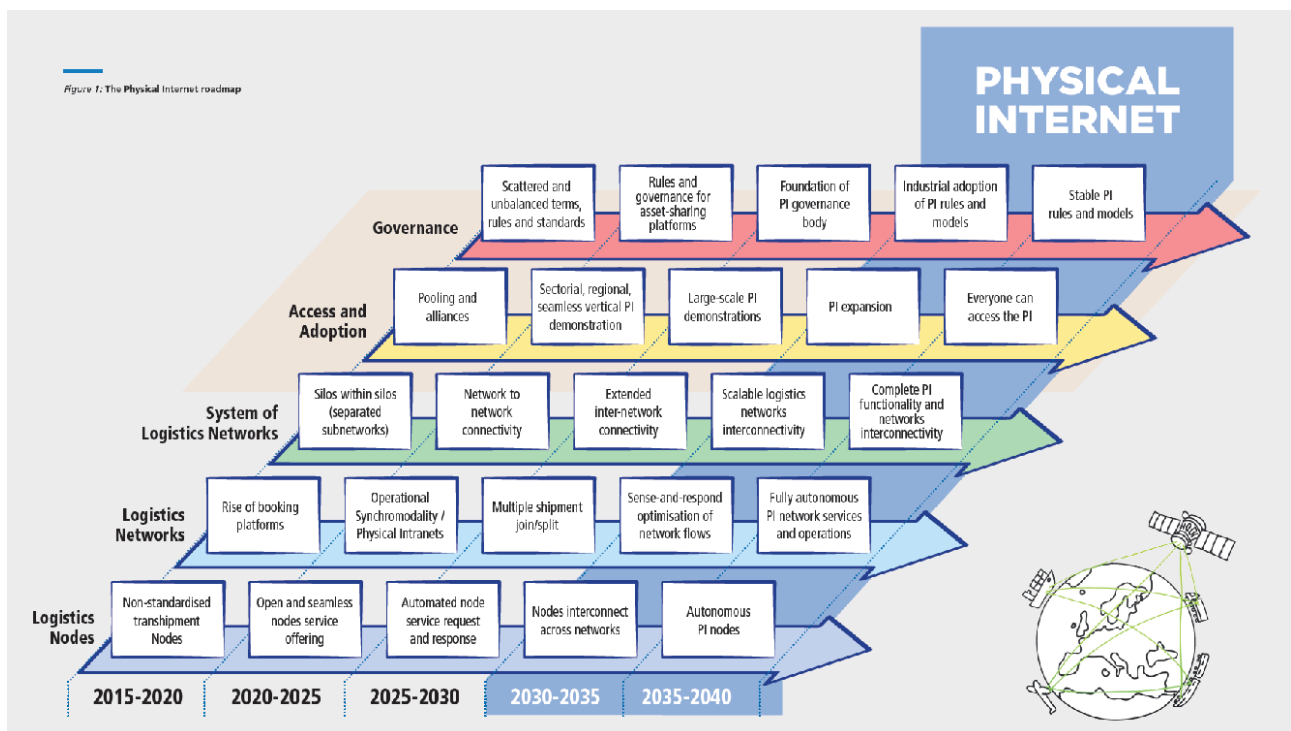


Kuva 3.15. Oulun sataman digitaalinen kaksonen on mielenkiintoinen hanke (Sanomalehti Kalevan kuva).

4 TIEKARTTA MAHDOLLISUUKSIEN REALISOIMISEEN NYT JA NÄKYMÄ KOHTI FYYSISTÄ INTERNETIÄ

Kun vierailimme alan messuilla, teknologiat ovat vahvasti esillä – ja jäävät ehkä ensimmäisenä mieleen. Liiketoiminnassa on kuitenkin luonnollisesti kyse siitä, miten me voimme hyödyntää näiden tuomia mahdollisuuksia. Siksi meillä tulee teknologioiden (luku 2) ja vision (luku 3) lisäksi olla käsitystä siitä, miten näiden potentiaalia voidaan realisoida nyt – ja ymmärtää, mihin logistiikka on kehittymässä tulevaisuudessa, jotta valittavat ratkaisut suurelta osin tukisivat myös niitä toimintamalleja. Siksi tässä luvussa pyritäänkin tarkastelemaan tiekarttaa nykyisen teknologian hyötyjen realisoimiseen sekä nk. Fyysisen Internetin visiota, joka on kansainvälisen kehittäjäyhteisön (mm. ALICE-logistiikkainnovaatioallianssin, EU:n komission, nopeasti kasvaneen tiedeyhteisön konferenssin IPIC:n jne.) keskeinen yhteinen tavoitetilä ja näkemys siitä, miten vastuullinen, sujuva ja päästötön tulevaisuuden logistiikka saavutetaan.

Fyysistä Internetiä kehittävät useat ryhmät eri puolilla maailmaa ja sen eri osista on jo runsaasti käytännön sovelluksia, vaikka itse vision saavuttaminen onkin todennäköisesti vasta vuosikymmenten päässä. Toisaalta voisi ajatella niinkin, että Fyysinen Internet toteutuu aiemmin, jos se on toteutuakseen ehkä jo 2030-luvulla aiempien visioiden vuoden 2050 sijasta, mikä näkyy myös tuoreessa ALICE:n tiekartassa, joka julkaistiin marraskuussa 2020 (kuva 4.1 alla) siten, että polkua on nyt hahmoteltu vuoteen 2040 aiemmin 2050 sijasta (ks. kuva 4.8 myöhemmin, ALICE 2015). Ensimmäinen kattava suomenkielisen kuvaus Fyysisestä Internetistä on Lahtisen (2016) kirjassa ”Horizontaalinen yhteistyö logistiikassa”. Siinä, kuten muutamissa kv. lähteissä yhtenä etenemispolkuna kohti Fyysistä Internetiä nähdään yritysten välinen yhteistyö toimitusketjuissaan rinnakkaisten, jopa kilpailevien yritysten kesken. Kun tämän raportin aiemmat osat ovat keskittyneet suurelta osin tiettyyn toimitus- ja kuljetusketjuun lähettäjältä huolitsijoiden ja logistiikkapalveluntarjoajien kautta asiakkaille, nyt mukaan tulee laajemminkin erilaiset yhteistyömallit myös rinnakkaisten toimitusketjujen kesken.



Kuva 4.1. Tiekartta kohti Fyysistä Internetiä (ALICE 2020)

Fyysistä Internetiä voitaneen pitää erityisesti tulevaisuuden tavarankuljetusjärjestelmän visiona, mutta siinä on myös joitakin vastaavia elementtejä kuin henkilöliikenteen puolelta tutussa MaaS (mobility as a service) -ajattelussa, jota Suomessakin on kehitetty vahvasti. Toisaalta voisi toivoa, että kotimainen LJS12 työ ottaisi myös huomioon Fyysisen Internetin. Se voisi olla yksi tapa saumattomien, tehokkaiden ja päästöttömien kansainvälisten intermodaalikuljetusten toteuttamiseen.

Ballot käytti oheista kuvaa hahmottamaan kokonaisuutta: vaikka nyt fokus on koronapandemian vaikutusten rajaamisessa – ja elvytystoimet näyttävät purevan niin, ettei pahinta lamaa tulekaan näillä näkymin heti perään, globaalit makroteemat eivät ole muuttuneet. Meidän pitää edelleen varautua ilmastonmuutokselta suojautumiseen, etteivät kokonaiset ekosysteemit romahda. Eli vaikka nyt hetken aikaa liikkeenjohdon fokus on voinutkin olla muualla, nämä pidempään esillä olleet isot teemat eivät ole poistuneet mihinkään. Ja jotta niihin voidaan vastata, Fyysinen Internet on oiva ajatusmalli ja ratkaisu tulevaisuuden kuljetusjärjestelmään.



Kuva 4.2. Periaatekuva toimitusketjujen ja logistiikan makrotason uhkista (ks. Ballot 2020).

Ballot (2020) myös muistuttaa, että vaikka Fyysisen Internetin visio on kokonaisvaltainen ja kauaskantoinen, näemme jo nykyisin useita sen eri osia logistiikkapalveluissa, joista muutamia on koottu oheiseen kuvaan. Esimerkiksi kuljetusmuotosiirtymä on Fyysisen Internetin keskeisiä periaatteita – ja tämähän tapahtuu kuljetusjärjestelmän solmupisteissä. Lukijan kannattaakin yhdistää tässä kohtaa ”älykkään digitaalisen logistiikan” tulevaisuuskuva Smart Hub Solutions -hankkeen toisen raportin (Lahtinen, Lehtinen & Tapio 2021) vienti- ja tuontihub-konseptien kanssa. Myös postilaitos toimii tavallaan verkostona, mutta vain yksi operaattori per maa.

Sources of inspiration

Several logistics systems contains already key elements of PI!

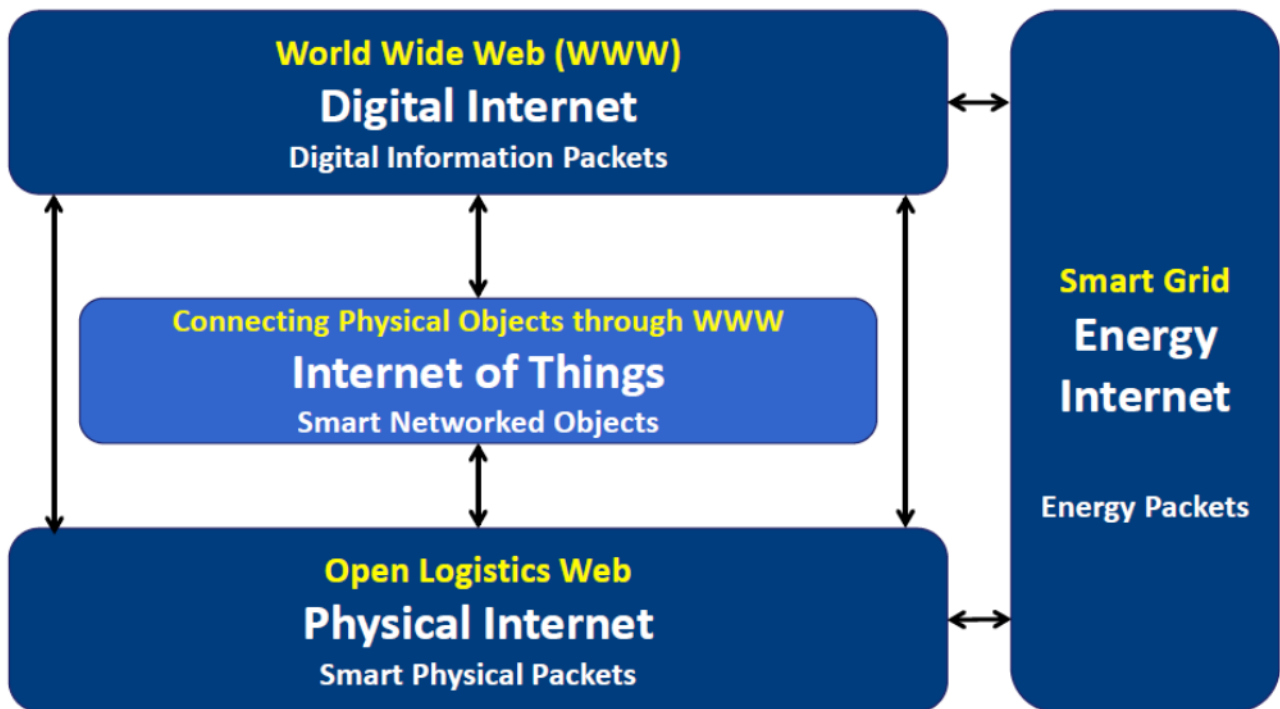


- Multimodal
- Assets sharing
- Standardization
- Traffic exchange agreement
- ...



Kuva 4.3. Fyysisen Internetin osia on jo toiminnassa. (Ballot 2020).

Näemme jatkuvasti uusia avainsanoja ja käsitteitä, joita luodaan markkinointimielessä korostamaan oman konseptin erinomaisuutta tai vahvuutta suhteessa aikaisempiin toteutuksiin, ja siksi joku voisi kysyä, että onko tässä kyse samanlaisesta ”buzzwordista” ja hypestä? Käsitteemme mukaan Fyysinen Internet on kuitenkin selkeä kokonaisvaltainen lähestymistapa tulevaisuuden kuljetusjärjestelmään, ja nimestään huolimatta juu ei niinkään piile teknologiassa itsessään, vaan kuten digitaalisessakin Internetissä iso murros on erityisesti se lisäarvo, jota uudet tuotteet ja palvelut luovat. Vaikka käsitteiden erot eivät aina olekaan täysin yksiselitteisiä, tällä uudella käsitteellä tarkoitetaan kuitenkin eri asiaa kuin voimakkaan keskustelun kohteena olevalla Internet of Thingsillä tai teollisuuden Internetillä, jotka nekin ovat tärkeitä teemoja logistiikan kehityksessä. Se eroaa myös saksalaisten käyttämistä Industrie 4.0 ja Cyber-Physical Systems –ratkaisuista, jotka pohjautuvat Internet of Things –teknologiaan. Myös Fyysinen Internet tulee hyödyntämään näiden luomia kehityspolkuja ja teknologioita toimintamallinsa synnyttämiseen – eli tässä voisi ajatella niinkin, että visio on realistinen, ja sen vaatima teknologia on jo olemassa. Kyseessä on siis suurelta osin ajatus- ja toimintamallien muutos, joka tietysti vaatii myös teknologioiden soveltamista, standardisointeja ja tiedonvaihtoa. Oheisessa kuvassa 4.4 on nimetty Fyysinen Internet omaksi kokonaisuudekseen suhteessa Digitaalisen Internetiin, Asioiden Internetiin (IoT) ja myös älykkäisiin energiaverkkoihin (jotka voivat koskettaa merkittäväällä tämän raportin rinnakkaishanketta ”älykästä vienti- ja tuontihubia”).

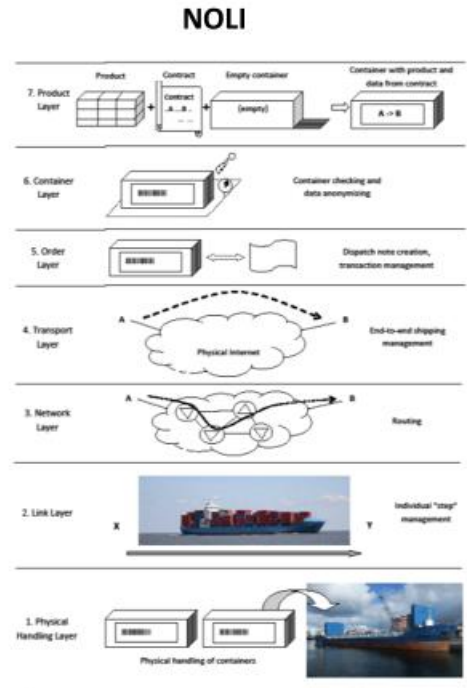


Kuva 4.4 Fyysinen Internet, IoT ja Internet

Fyysisen Internetin tarvetta ja sen tuomia mahdollisuuksia voi tarkastella analogialla digitaalisen internetin kehityshistoriaan. Digitaalisessa maailmassakin oli paljon tietokoneita, laskenta- ja tallennuskapasiteettia sekä informaatiota jo menneinä vuosikymmeninä, mutta se oli pirstaloituneena ja irrallisissa siiloissa yksittäisissä koneissa ja järjestelmissä ympäri maailmaa. Yksi keskeinen kehityspolku kytkeytyy TCP/IP-protokollaan; se mahdollisti "tietopakettien" lähettämisen internetin välityksellä koneelta toiselle. Esimerkiksi sähköpostia lähetettäessä ei tarvitse huolehtia kuljetusmuodosta tai reitityksestä, vaan voimme luottaa siihen, että "paketti" saapuu vastaanottajalla, jossa hän pääsee näkemään sen sisällön. Digitaalisen Internetin metaforan soveltamista fyysiseen maailmaan esitellään kuvassa 4.6. Sitä ennen kuitenkin vielä kuvassa 4.5 on Colin ym:n (2016) ideoiden pohjalta verrattu tietotekniikan OSI-, TCP/IP- ja tulevaisuuden logistiikkajärjestelmän NOLI -yhteensopivuutta.

Position in the OSI model	Layer Name	Role of the layer
7	Application Layer	Layer 7 is the point of contact of application with network services.
6	Presentation Layer	Layer 6 takes care of anything related to the presentation of data: format, encryption, encoding, compression, etc.
5	Session Layer	Layer 5 is in charge of the authentication, the initializing of a session, and its management and its closure.
4	Transport Layer	Layer 4 chooses the transmission protocol and prepares the data exchange from the starting location to the final destination. It splits data into multiple sequences (or segments).
3	Network Layer	Layer 3 establishes the logical connection between hosts. It deals with everything related to the address identification and routing in the network. It splits data into multiple packets.
2	Datalink Layer	Layer 2 establishes direct physical connections between hosts. It splits data into multiple frames.
1	Physical Layer	Layer 1 converts bit streams and physical transmissions of data on the media. It also defines the hardware and physical interfaces (USB, DSL, Ethernet physical layer) .

TCP/IP Layer Name
Application
Transport
Network
Network Access
Physical



Kuva 4.5. New Open Logistics Interconnectedness (NOLI) malli (Colin ym. 2016).

Siitä ei ole kovin kauan kun ihmettelimme ”tiedon valtatiötä”, suurten lupauksen Internetiä, joka on monelta osaltaan muuttanut maailmaa. Nyt tämä maailmaa mullistanut ratkaisu on tarjolla myös fyysisten liiketoimintojen ja yhteiskuntien tarpeisiin. Analogioita ja kielikuvia näiden kehityspolkujen välillä on lukuisia. Koska useat teknologiset ratkaisut ovat jo olemassa olevia ja toimivaksi todettuja sekä globaalit megatrendit vaativat tehokkaampaa järjestelmää, meidän kannattaa pohtia huolella myös Fyysisen Internetin tuomia mahdollisuuksia ja haasteita.

Meeting the IT Grand Challenge

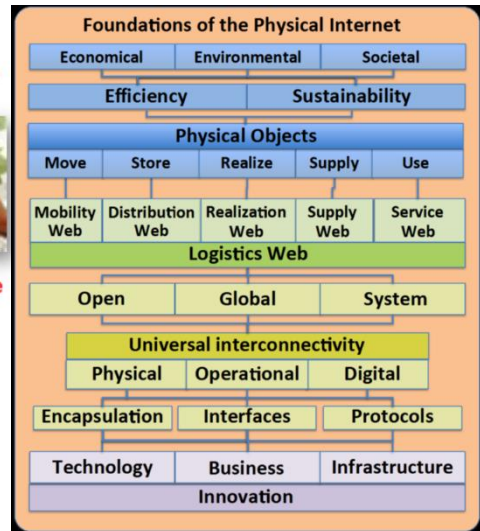
Building Upon the Information Superhighway Metaphor

Before: millions of unconnected computers – inefficient and unsustainable
After: millions of interconnected servers and computers to form the “Information Superhighway”

Key Enabler: transmission of formatted data packets through heterogeneous equipment respecting the TCP/IP protocol

Result: The Internet, the Web, the Mobile, the Apps,...
 An open and interconnected distributed network infrastructure

Forever transforming industry, economy, culture and society at large



Kuva 4.6. Internet – tiedon valtatie (vas., Montreuil 2014) ja keskeinen ajattelumalli Fyysisen Internetin kokonaisuudesta (oik. Ballot ym. 2012)

Vastaava kehityspolku on mahdollinen myös fyysisessä maailmassa. Kuvan 4.6 oikeassa reunassa luetellaankin Fyysisen Internetin ”rakennetta” ja avaintermien välisiä riippuvuusuhteita. Tämä tehokas ja kestävä toimintamalli on järkevä yrityksille ja koko yhteiskunnalle. Se kykenee käsittelemään fyysisiä

tuotteita avoimessa globaalissa logistiikkaverkostossaan, koska taustalla on fyysisen, digitaalisen ja operatiivisen toiminnan yhdistävät ja mahdollistavat käsittely-yksiköt, rajapinnat ja protokollat. Fyysisessä Internetissä siis infrastruktuuri, teknologia ja liiketoiminta kohtaavat uudella tavalla, joka mahdollistaa uudet innovaatiot ja toimintamallit.

Järjestelmätasolla tämä tarjoaisi nykyistä paljon resurssitehokkaamman ja kilpailukykyisemmän vaihtoehdon. Meller (2012) määrittelee tämän potentiaalın esimerkiksi Yhdysvalloissa seuraavasti: "Jos neljäsosa Yhdysvaltojen toimitusketjuista toimisi Fyysisen Internetin periaatteiden mukaisesti, näiden yritysten tulokset kasvaisivat 100 miljardilla dollarilla vuodessa, maantiekuljetuksiin perustuvien kuljetusten hiilidioksidipäästöt alenisivat vähintään kolmanneksella ja kuluttajat maksaisivat tuotteistaan vähemmän!" Ballot'n (2015) mukaan hyödyt voivat olla esimerkiksi 15 % lyhyempi kokonaisajomäärä, kun täyttöasteet nousevat 20 %. Samalla kuitenkin sitoutuvaa pääomaa voidaan alentaa merkittävästi, ylläpitää riittävää toimitusfrekvenssiä ja ajomäärien pienentyessä hiilidioksidipäästöt vähenevät. Carrefourin ja Casinon tapauksessa on laskettu mahdollisuus saavuttaa jopa 32 %:n kustannus- ja peräti 60 %:n hiilidioksidipäästövähennykset. ALICE (2020) tiekartta päästöttömään logistiikkaan 2050 laskee, että Fyysisen Internetin periaatteiden soveltaminen nykyiseen kuljetusjärjestelmään vähentäisi kasvihuonekaasupäästöjä 49 %.

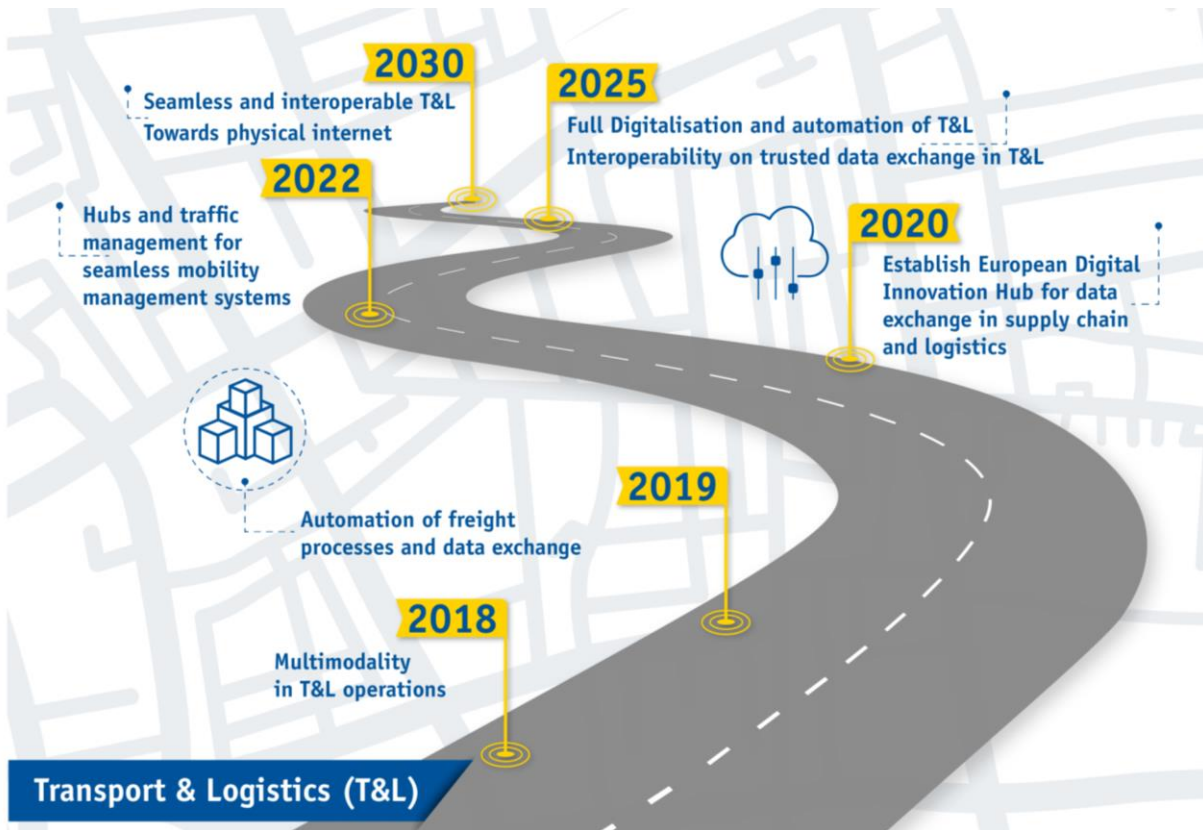
Tämä vaatii tietysti selkeitä "paketteja", kuten kontteja ja muita kuljetusyksiköitä sekä niitä pienempiäkin moduleita. Tämä onkin yksi keskeinen osa, jossa meidän suomalaisten kannattaa olla kehityksessä mukana olipa kyseessä sitten kontit tai pienemmät yksiköt, kuten esim. Lahtisen (2016) "rullakkoekosysteemi". Eli kuten digitaalisessakin maailmassa luotiin tiedonsiirtoprotokollat (TCP/IP), myös Fyysinen Internet vaatii selkeät periaatteet siihen, millaisia standardoituja yksiköitä siinä liikkuu. EU-rahoitteisessa MODULUSCHA (<http://modulushca.eu/>) – projektissa on mallinnettu standardoitujen pakkausten ja kuljetusyksiköiden käyttöä, ja vaikka standardipakkauksessa olisikin "tyhjää" tilaa tuotekohtaisen pakkauksen sijasta, jo yhdenkin kulutustavarayrityksen kohdalla tilahyöty on yli 10 %, ja tämä moninkertaistuu systeemitasolla muina tehokkuushyötyinä mm. materiaalikäsitteilyn automatisoituessa ja tehostuessa. Logistiikkainnovaatioiden allianssi ALICE onkin käynnistänyt "Modularization" -toimenpiteet edistääkseen näiden toteutumista käytännössä.

Fyysisen Internetin eräs taustavaikuttaja on kanadalainen Benoit Montreuil, jonka ajattelun pohjalta jo raportin alussa esitettiin kuvaa 1.9 kuljetusketjun tämän päivän haasteista tehottomuuden ja kestävän kehityksen vastaisilta osilta taloudellisilla, ympäristö- ja sosiaalisilla ulottuvuuksilla arvioituna. Fyysinen Internet nähdään ratkaisuna, jolla näihin teemoihin voidaan vastata, ja siten luoda kestävä, kannattava ja oikeudenmukainen kuljetusjärjestelmä.

Fyysinen Internet on siis selvästi jotain uutta, isoa ja mahtavaa, mutta se voi olla myös hyödyllistä ja mullistavaa. Fyysinen Internet halutaan kuitenkin erottaa "asioiden internetistä" tai "teollisesta internetistä", vaikka se hyödyntääkin niiden perustaa monella tavalla, ja tämäkin uusi käsite kannattaa määritellä tarkemmin. Fyysinen Internet on avoin globaali logistiikkajärjestelmä, joka perustuu fyysiseen, digitaaliseen ja operatiiviseen yhteenliittymiseen yksiköinnin, rajapintojen ja protokollien avulla. Kehittäjäverkosto käyttää itse myös slogania "Efficient Sustainable Logistics" eli tehokasta ja kestävä logistiikkaa. Fyysinen Internet voitaisiin siis määritellä myös yhdistetyksi logistiikkapalveluiden verkostoksi tai Ballot & Montreuilin (2014) mukaan "logistiikan verkostojen verkostoksi".

Teknologioiden lisäksi tässä on kyse silti ennen kaikkea uusista liiketoimintamahdollisuuksista. Logistiikkakeskukset tulevat olemaan tällaisessa Fyysisessä Internetissä vastaavia solmukohtia kuin digitaalisellakin liikenteellä on. Siksi Fyysisen Internetin edistyminen on erityisen kiinnostava teema juuri solmukohtien kehitystä ennakoitaessa ja suunniteltaessa. Tässä kohdassa syntyykin merkittävä rajapinta tämän raportin rinnalla kulkevaan "vient- ja tuontihubin" kehittämiseen, jonka ytimessä tulee olemaan

RailGate Finland. Fyysinen Internet on tietysti paljon suurempi juttu, mutta sen ymmärtämistä voi auttaa solmukohtien eli logistiikkakeskusten roolin hahmottaminen, jonka uskotaan kasvavan vielä merkittävästi nykyisestä. Logistiikkakeskus yhdistää erilaisista verkostoista koostuvia tasoja, ja siirtyminen verkostosta tai tasosta toiseen tapahtuu logistiikan solmupisteissä, eli solmupisteet - kuten esimerkiksi RailGate – yhdistävät erilaisia verkostoja; se on siis ”verkostojen verkoston napa” (ks. rinnakkainen raportti ”vient- ja tuontihub” kuva 4.7), joka toki itsessään ei ole riittävä; se on vain mahdollistaja. Kuten digitaalisessakin Internetissä myös Fyysisessä Internetissä solmupisteiden merkitys on ratkaiseva: esimerkiksi sähköposti kulkee lähettäjältä vastaanottajalle sujuvasti eri solmupisteiden kautta omana tietopakettinaan.



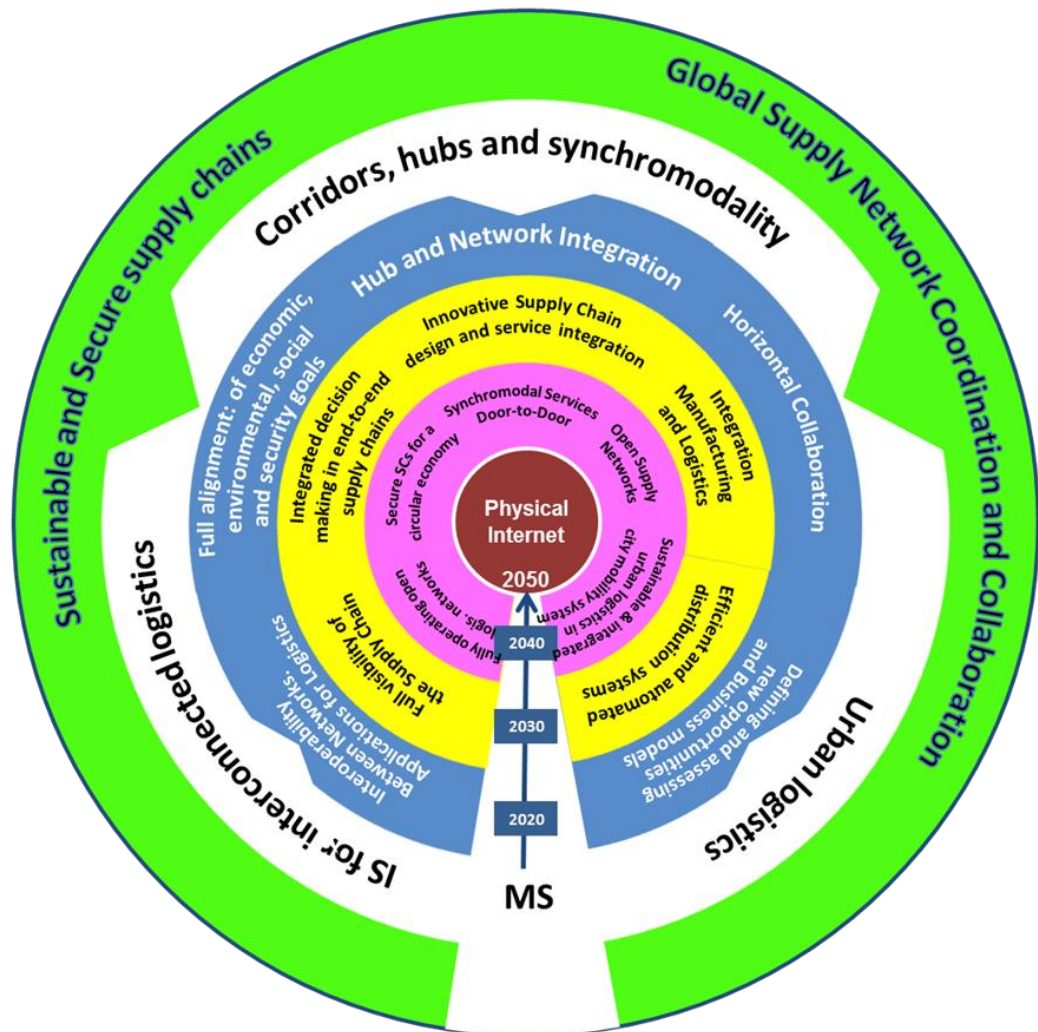
Kuva 4.7. Tiekartta tulevaisuuden logistiikkaan (ERTICO 2019)

Samalla tavalla tulevaisuuden kuljetusjärjestelmässä voivat liikkua myös kontit ja niitä pienemmät standardoidut kuljetusyksiköt! Solmukohdissa nämä paketit voidaan siirtää verkostosta toiseen, ja koko maailmalla on fyysisesti saavutettavissa kuljetusjärjestelmän resursseja ja kapasiteettia joustavasti käyttäen. Tämä tulee muuttamaan voimakkaasti maailmamme. Ja kuten digitaalisen Internetin mullistuksessakin kävi, myös Fyysinen Internet tulee avaamaan runsaasti uusia liiketoimintamahdollisuuksia ja mahdollistamaan uudenlaisia liiketoimintamalleja! Fyysisen Internetin multimodaalinen solmukohta mahdollistaa saumattoman, nopean, edullisen, luotettavan ja turvallisen ketjun pii-kontteja hyödyntämällä. Epävirallisissa ALICE-keskusteluissa on tuotu esille jopa solmukohtien merkityksen korostumista entisestään tällaisessa toimintamallissa. Digitaalisessakin Internetissä solmukohdat ovat äärettömän tärkeitä toimivuudelle, mutta Fyysisessä Internetissä solmukohta voi olla myös lisäarvoa tuottava piste, johon voi kytkeytyä uusia liiketoiminta- ja ansaintamalleja.

Alla oleva kuva 4.8 vielä selvittää Fyysistä Internetiä, sen tavoittamiseen tarvittavaa polkua ja välivaiheita vanhemman visiopaperin mukaan. Tämä esitellään tarkoituksena rinnakkaisena ylempänä olevalle juuri päivitetylle Fyysisen Internetin tiekartalle (2020 vs. 2015). Samalla se kuvaa myös ALICE-yhteistyöverkoston toiminnallista sisältöä, joka on jakautunut viiteen työryhmään, joista kaksi yleistä ja isoa teemaa ovat ulkokehällä: 1) Sustainable & Secure Supply Chain sekä 2) Global Supply Network

Coordination & Collaboration sekä toiseksi uloimmalla kehällä kolme tällaista keskeistä tavoitteiden toteuttamisen välinettä: 3) Information Systems for Interconnected Logistics, 4) Corridors, Hubs & Sychromodality sekä 5) Urban Logistics.

Kuva tuo myös aikajänteen hyvin esille. Vaikka käyttäytymismalleja ja lainsäädäntöä on usein hidasta muuttaa, voisimme kuvitella Fyysisen Internetin olevan realistinen jo lyhemmälläkin aikataululla. Joka tapauksessa tulevina vuosikymmeninä tarvitaan lisää yhteistyötä monella eri tasolla, toimintamallien standardisointia ja toimijoiden integrointia. Samalla myös syntyy uudenlaisia palveluja ja liiketoimintaa.



Kuva 4.8. Logistiikkainnovaatioiden allianssin ALICE:n keskeiset työryhmät ja roadmap kohti Fyysistä Internetiä. (ALICE 2015)

ALICE on määritellyt uudestaan (2021) tavoitteiksi ja virstanpylväiksi ”coordination & collaboration” työpaketille vuoteen 2025 ”horisontaalisen yhteistyön, kuljetusten yhdistelemisen ja jakamisen”, sekä omat jatkotavoitteensa niin 2030 kuin 2040 aina ”plug & play” -logistiikkaan globaaleissa verkostoissa. Ensin pitää kuitenkin lähteä pienemmin ”hallintamalleista” siten, että toiminta voidaan myöhemmin skaalata ylöspäin. Lopulta tulemme saavuttamaan Fyysisen Internetin (tehokkuuden) ja halutut päästövähennykset.

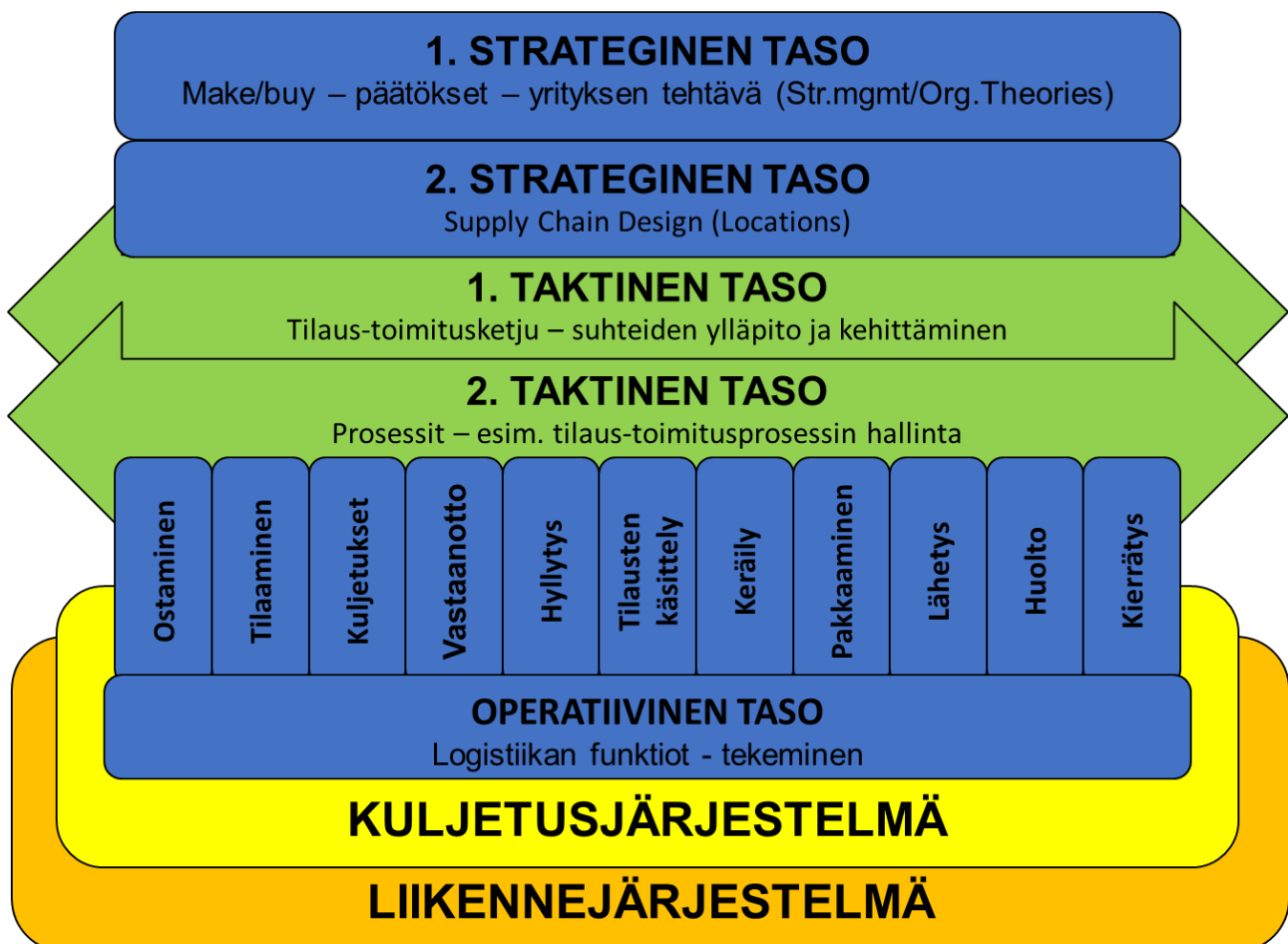
Fyysinen Internet kykenee siis vastaamaan niihin valtaviin logistiikan haasteisiin, joita yritykset ja koko yhteiskuntamme kohtaavat. Digitaalisen Internetin kehittymisen analogia ja kielikuvat antavat meille

mahdollisuuden hahmottaa logistiikkaresurssien ja –palveluiden uudenlaisen organisoinnin, kun sitoudumme yhdessä luomaan avointa globaalia logistiikkajärjestelmää kokonaisvaltaisesti. Tuloksena voi olla aidosti skaalautuva maailmanlaajuinen järjestelmä, jossa sekä yhteistyö että kilpailu tapahtuvat optimaalisella tavalla parhaan tuloksen takaamiseksi. Näitä suuria sanoja ei voida kuitenkaan pitää pelkkänä haihatteluna. Toteutuessaan Fyysinen Internet realisoi nk. verkostovaikutuksen; hyödyt tulevat olemaan sitä suuremmat, mitä enemmän toimijoita liittyy mukaan, ja ensin tulee saavuttaa kriittinen massa liikkeelle pääsemiseen. Alkuvaiheessa on tärkeää myös olemassa olevan infrastruktuurin käytön tehostaminen sen sijaan, että vaadittaisiin luotavaksi uutta globaalia infrastruktuuria.

Ja vaikka Fyysinen Internet onkin äärettömän suuri globaali mahdollisuus, todennäköisesti sekin etenee aluksi pienen edelläkävijäjoukon edistämänä. Suurin osa tarvittavista irrallisista komponenteista on jo olemassa, mutta Fyysisen Internetin toteutuminen vaatii vielä valtavan määrän yhteistyötä toimijoiden kesken. Avoimien innovaatioiden periaatteen pohjalta kukin voi kantaa kortensa kekoon ja tulla hyötymään tulevaisuuden logistiikkajärjestelmästä. Fyysinen Internet tarjoaa runsaasti pohdittavaa useille eri sidosryhmille. Rifkin (2014) näkee tällaiset muutokset merkittävänä koko nykyiselle kapitalistiselle talousjärjestelmälle; teknologia ja yhteistyö voivat luoda toimintamalleja myös logistiikkaan, jossa ”rajakustannukset lähenevät nolaa”, ja siten mullistaa koko yhteiskunnan perusteita. Omalta kohdaltani näen tämän realistisena ja äärettömän mielenkiintoisena. Tässä on teknologian ja yhteiskunnallisten vaikutusten lisäksi mahdollisuus suureen kehitysaskeleeseen logistiikkajärjestelmän tehokkuuden ja kestävyuden kehittämisessä, ja siten kilpailukykyämme turvaamisessa ja edistämisessä. Mutta vähänkin syvällisempi pohdinta nostaa nopeasti pintaan myös Fyysiseen Internetiin kytkeytyvän valtavan liiketoimintapotentiaalin. Sen toteuttamisessa tarvitaan tässä raportissa esiteltäviä digitaalisia työvälineitä – ja se lopulta realisoi tämän työn keskeisen tahtotilan – älykkään logistiikan – mahdollisuudet.

5 YHTEENVETO

Logistiikka-alalla tarvitaan paljon innovaatioita kannattavuuden parantamiseksi ja kestäväen kehityksen vaatimuksiin vastaamiseksi. Nämä voivat tuoda merkittävää kilpailuetua alan toimijoille. Esimerkiksi Fedex sai lentävän lähdön 1973 hub-spoke -systemin käyttöönotolla. Digiratkaisut, kuten BigData ja analytiikka antavat kuitenkin heillekin hurjasti uusia mahdollisuuksia, mutta he näkevät silti nykyisten vahvojen fyysisten verkostojen haltijat merkittävänä toimijoina myös tulevaisuudessa. Tässä voi olla näköharha: suuret näkevät, että startupit eivät kykene logistiikan toteutukseen, mutta tosiasiaa startupit halunnevatkin vain ison rahan kerääviksi palvelualustoiksi jättäen fyysisen prosessin logistiikatoimijoille! Toisaalta logistiikka pitää nähdä toteuttajana tilaus-toimitusketjuissa eli digitalisaation tuomaa hyötyä pitää hahmottaa erityisesti kaupan käynnin tehostumisen kautta, ja sillä on oma taloudellinen merkityksensä yhteiskunnassamme. Logistiikan operaatiot edelleen vaikuttavat kuljetusvolyyymiin kuljetusjärjestelmässä, joka on osa liikennejärjestelmäämme (kuva 5.1).

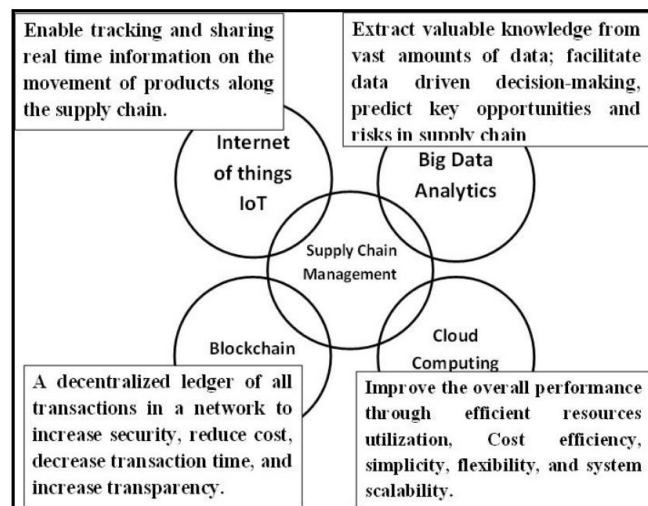


Kuva 5.1. Logistiikan ja toimitusketjun hallinnan erilaiset tasot, toiminnot ja liityntä kuljetusjärjestelmään.

Münchenin messujen avauksessa 2017 oli eräänlaisena yhteenvedona ajatus: "Vain ne yritykset, jotka hyödyntävät digitaalisia ratkaisuja voivat pärjätä tulevaisuudessa ja liittyä muiden yritysten muodostamiin

toimitusketjuihin.” Digitalisaatio voi siis olla joko tehostamassa nykyistä toimintaa tai se voi avata kokonaan uusia liiketoimintamahdollisuuksia koko toimialalla. Digitalisaatio on selvästi yksi avaintemoista useissa alan tilaisuuksissa ja kehityshankkeissa. Tämä ei varmasti yllätä ketään. Ehkä se kiinnostava uusi piirre konkreettisten ratkaisujen lisäksi on näkyminen siitä, mitä kokonaan uusia tuotteita tai palveluita – tai ehkä jopa kokonaan uusia merkittäviä toimijoita, syntyy tarjoamaan näitä palveluita. Tätä ajatusta nostettiin hieman esille LIMOWAn messukuvauksessa jo pari vuotta sitten ja sama ajatus näkyi myös LOGY Conferencessa Finlandiatalolla Schenkerin johtajan toimesta, hänen puhuessa ”virtuaalisesta huoltsijasta” mutta se jäi silti ehkä vähän liian pienelle huomiolle. Digitalisaatio mahdollistaa yritysten välisen yhteistyön jopa kilpailevienkin yritysten välillä. Sopivat applikaatiot voivat avata markkinan Uberin ja/tai AirBnB:n kaltaisille toimijoille, jotka tulevat murtamaan perinteistä toimialaa sovelluksellaan ja uudella liiketoimintamallillaan.

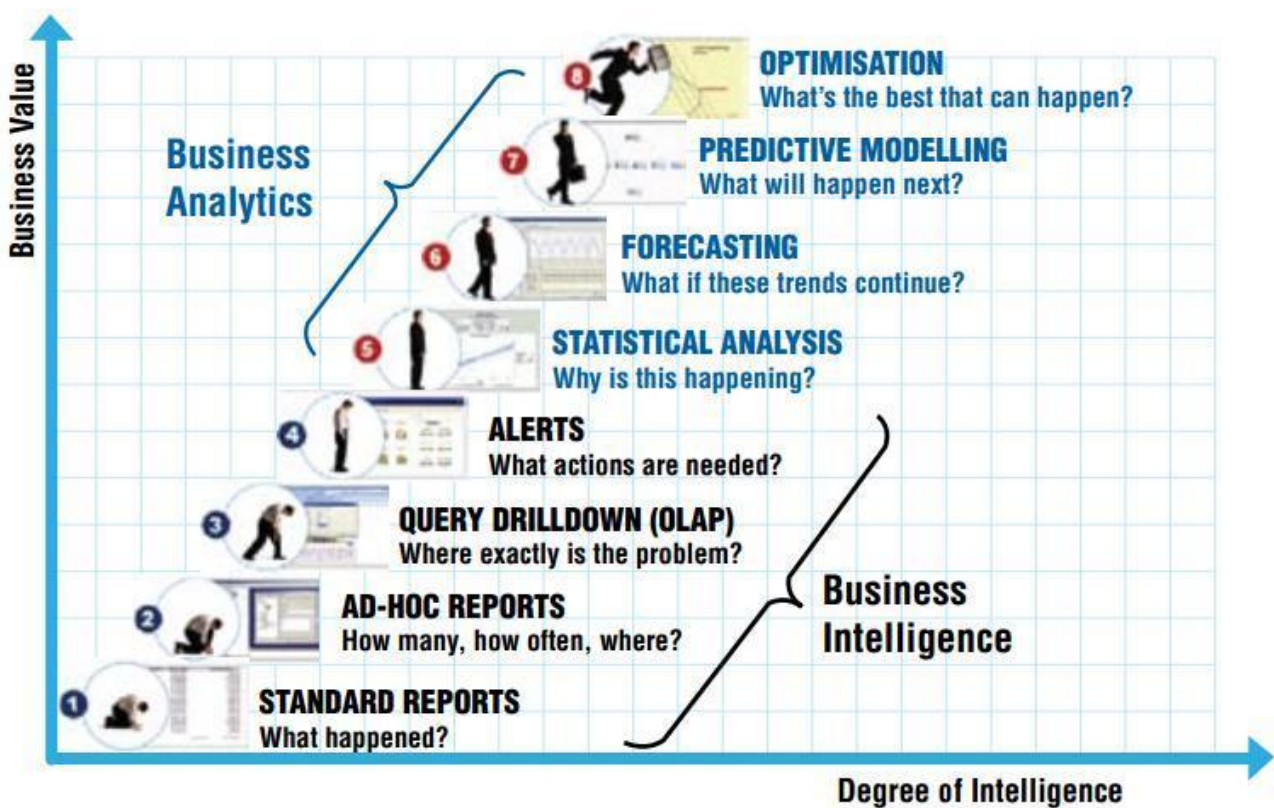
El-Masmary & Said (2019) ovat ehdottaneet seuraavanlaista periaatekuvaa älykkäälle toimitusketjulle ja se sopii myös tähän yhteyteen, vaikka raportissamme olemme käsitelleet näitä hyvinkin erilaisin keskinäisin painotuksin. Lohkoketju, Esineiden Internet, Analytiikka ja Pilvipalvelut ovat keskeinen osa monen eri toimijan ketjussa vaadittavaa teknologiaa: IoT kerää tietoa, se voidaan tallentaa pilveen, lohkoketjun avulla jakaa vääristymättä tarpeellisin osin eri osapuolille ja analytiikan avulla hyödyntää parempina päätöksinä. Ja nämä päätökset voivat olla jopa ”tekoälyn” tekemiä reaaliaikaisesti valtavaan tietomäärään pohjautuen.



Kuva 5.2. Älykäs toimitusketjun hallinta eri osakomponentteineen (El-Masmary & Said 2019)

Vaikka logistiikan digitalisaatio (ja paljolti myös automatisointi) näyttäytyy voimakkaasti teknologioina, meidän tulee ymmärtää laajasti kuitenkin toimintaympäristön muuttuneet vaatimukset ja se, miten toimintamalleja tulee mukauttaa. Määrittelimme digitalisoinnin tapahtuvaksi fyysisessä logistiikan virrassa olevien tunnisteen lukemisessa; eli fyysisen ja virtuaalisen maailman rajapinta on siinä, missä kohdassa varsinaisesta tekemisestä syntyy dataa. Suuresta määrästä näkyvää teknologiaa ja automaatiota huolimatta, ”älykäs digitaalinen logistiikka” onkin siis erityisesti tämän datan tallentamista, jakamista ja hyödyntämistä. Yksittäisessä yrityksessä tämä tarkoittaa master datan laittamista ja pitämistä kunnossa sekä sen jakamista ja hyödyntämistä eri sovelluksissa. Kuitenkin nyt käsillä oleva kuljetusketju täyttää ostajan ja myyjän välisen kaupankäynnin tarpeita – ja siksi tätä dataa pitääkin pystyä siirtämään sujuvasti organisaatiosta toiseen, ja sen pitää toimia myös kuljetuksia ja muita logistiikkatoimintoja ohjaavana. Kuljetukset edelleen tapahtuvat liikennejärjestelmässä, jossa liikkuu muutakin tavaraa ja ihmisiä, jolloin digitalisoitujen tapahtumien synnyttämää dataa voidaan hyödyntää myös viranomaisten järjestelmissä. Näistä kaikista lähteistä – ja suuresta joukosta muita ulkoisia tietolähteitä aina ruuhka- ja sää tiedoista lähtien koostuu nk. Big Data, joka edelleen laajentaa sitä sovellusaluetta, jossa tietoa voidaan käyttää apuna päätöksenteossa ja ohjaamisessa.

Kyse onkin suurelta osin ohjelmistoista ja niiden yhteensovittamisesta niin organisaatioiden sisällä kuin niiden välilläkin. Ohjelmissa on käytössä valtava määrä dataa, jonka avulla toimintaa voidaan optimoida erilaisten operaatiotutkimuspohjaisten algoritmien avulla. Tulevaisuuden logistiikka on kuitenkin vielä pidemmälle menevää ”älykkyyttä”, kun algoritmit kehittyvät ja oppivat rakentamaan parempia ennusteita tulevasta ja siten luomaan ratkaisuja siitä, kuinka tällaisessa maailmassa tulee ja voi toimia. Davenport (2006) jo luetteli aikoinaan useita keinoja parantaa kilpailukykyä analytiikan avulla ja havaitsi siinäkin paljon tekijöitä toimitusketjun kehittämiseen. Kyse ei siis tule olemaan pelkästään BI:stä (Business Intelligence), vaan kattavammasta data-analytiikasta, joka etenee ennusteiden ja optimoinnin kautta kohti tekoälyä olipa tekoälyn (AI, Artificial Intelligence) määritelmä sitten tarkka tai ei logistiikassa. Mutta vaikka emme vielä hyödyntäisikään koneoppimista, neuroverkkoja tai muita kehittyneempiä malleja, jo kattavan datan pohjalta tehtävällä tilastollisella ennustamisella sekä sen päälle rakentuvan tavoitefunktion ratkaisemisella (esim. minimikustannus, maksimituotto jne.) saadaan merkittäviä hyötyjä yritysten liiketoimintaan perinteisin matemaattisin mallein. Kaikki kulminoituu lopulta oikeaan dataan ja sen saatavuuteen.



Kuva 5.3 . Datan hyödyntämisen älykkyys ja lisäarvo liiketoimintaan (www.datasciencecenter.com 2021).

Yrityksen näkökulmasta optimointi voi tapahtua monella eri tasolla esimerkiksi tuotantolaitosten ja varastojen sijoittumisstrategioina, karkean tason tuotanto- ja varastotasojen suunnitteluna kvartaali- tai kuukausitasolla, kysynnän ennustamisena ja täydennystilauksina kuukausitasolla sekä työvuorojen ja ajoreittien viikko- tai päiväkohtaisena suunnitteluna, joita voidaan tarvittaessa jopa reaaliaikaisesti korjata ja laskea uudelleen. Vaikka ohjelmistot kaupan ja teollisuuden yrityksillä ovat erilaisia ja poikkeavat logistiikkapalveluyritysten vastaavista, suunnittelun hierarkia on samanlainen.

Logistiikan kustannukset ovat merkittäviä niin yrityksille itselleen kuin yhteiskunnallekin. Digitalisoinnin avulla tehokkuutta voidaan lisätä ja siten kustannuksia saada alemmaksi. Toisaalta voidaan löytää myös parempia tapoja toimia tai tarjota tietoa asiakkaille, jolloin palvelutaso ja asiakastyytyväisyys kasvavat.

Yhteiskunnassa kyse on niin liikenneinfrastruktuurin kustannuksista, ulkoisvaikutuksista kuin logistiikan tuomasta hyvinvoinnistakin. Älykäs liikenne on vielä oma kokonaisuutensa, johon tämä raportti ei ole varsinaisesti kajonnut, mutta jo kuormakirjojen sähköistyminen ja sitä kautta yhden sujuvan rajapinnan avautuminen viranomaisjärjestelmiin voi tuoda merkittäviä hyötyjä eri osapuolille.

Yksi osa tehokkaampaa dataan perustuvaa suunnittelua on tyhjänä ajon välttäminen, täyttöasteiden nousu ja lopulta kuljetusten yhdisteleminen niin, että runkokuljetukset voidaan siirtää tehokkaampaan ja ekologisempaan kuljetusmuotoon. Älykäs digitaalinen logistiikka kehittyneekin tulevaisuudessa nk. Fyysiseksi Internetiksi. Kyse ei siis ole pelkästään nykyisten toimintaprosessien muuttamisesta digitaaliseen muotoon, vaan myös mahdollisuus luoda kokonaan uudella tavalla lisäarvoa uudella tavalla liiketoimintamalleilla. Tunnistamme siis logistiikassa niin tavara- kuin tietovirtojen kehittämistarpeet, kuten jo vuosikymmeniä sitten ”logistiikkaa” määritellesämme. Varsinkin EU:n sisämarkkinoilla tavarantoimitusta pitää kulkea luotettavasti ja sujuvasti, mutta meillä on edelleen runsaasti tehtävää sen mahdollistavien ja sitä tukevien tietojärjestelmien kehittämisessä. Tietorakenteet, -turvallisuus ja standardit pitää olla kunnossa, jotta innovatiivisia sovelluksia syntyy ja niiden käyttö yleistyy. Komissio onkin muodostanut DTLF:n (Digital Transport & Logistics Forum) edistämään logistiikan digitalisaatiota; foorumi on antanut lausuntonsa 2018, mutta tämän työn fokukselle ne ovat vielä liian kapeita, kun ne käsittelevät enemmän ”liikenne-älyä” toimitusketjusta.

Komissio ennustaa rahtiliikenteen määrän kasvavan edelleen Euroopassa noin 1,5-kertaiseksi nykyisestä, millä on osaltaan valtava ympäristövaikutus. Rahtimarkkina pohjautuu vielä nykyisinkin hyvin voimakkaasti paperisiin asiakirjoihin, joiden digitalisointi yksistään tehostaisi merkittäväällä tavalla kuljetusliikkeiden toimintaa, mutta kerrannaisvaikutuksia voidaan nähdä läpi toimitusketjun tilaajasta lähettäjään. EU:ssa onkin tehty jo aiemmin vuonna 2015 nk. digimarkkinastrategia tehostamaan sisämarkkinoiden toimintaa ja sitä tehostaakseen nyt on käynnissä eFTI (Electronic Freight Information) sääntelyn muotoilu, joka tulee pakottamaan jäsenvaltiot hyväksymään digitaaliset rahtidokumentit v.2025 mennessä;

Tätä raporttia voinee arvioida kuvataiteen termillä assemblaasina (ransk. assemblage; katso myös Ilkka Hämmäläisen esittelemää termin käyttöä liikkeenjohdon kirjallisuudessa) eli syvällisempänä kuin kaksiulotteista kuvien yhdistelmää kollaasia. Vaikka tässä onkin yhdistelty monenlaisia lähteitä ja kirjallisuutta, rohkenemme kutsua tätä monipuolisuudessaan assemblaasiksi eli kolmiulotteiseksi asioiden yhdistelmäksi, koska olemme pyrkineet katsomaan tätä laajaa ilmiötä monesta eri perspektiivistä eri aikajänteillä. Niin voidaan tehdä viimeistään siinä vaiheessa, kun tätä tietosisältöä yhdistetään rinnakkaisraportin ”vienti- ja tuontihubien konsepti” kanssa keräämällä tavaravirtoja yhteen kuljetusmuotosiirtymän toteuttamiseksi. Digitaalisilla ratkaisuilla voidaan tehostaa kuljetuksia ja siten osaltaan auttaa myös ilmastonmuutoksen vastaisessa taistelussa.

Koska raportin nimeen valikoitui kolme sanaa älykäs, digitaalinen ja logistiikka – jatkotyössä kannattaa antaa näille selkeämmin omat painoarvonsa. Teemaa kyllä tulee katsoa kokonaisuutenakin, mutta se on niin laaja, että paremman lukijaa kiinnostavan fokuksen aikaansaamiseksi voisi olla hyvä keskittyä vuorollaan ”älykkyyteen” eli esimerkiksi niihin ohjelmistoihin, joissa dataa analysoidaan (esim. optimointi- ja tekoäly), digitalisointiin esim. tunnistusteknologioina ja datan keräämiseen virrasta sekä erikseen varsinaisiin logistiikan teknologioihin kuljetuksessa tai materiaalin käsittelyssä. Samaa voitaneen sanoa perspektiiveistä: oma tarkastelutarpeensa on niin logistiikkatoimijoille, kaupan osapuolille kuin viranomaisillekin. Kokonaisuudellekin on paikkansa, mutta se vaatii vielä lisää pureksimista, konseptointia ja pilotointia.

LÄHTEET

Abrahamsson, M. (2020) Lecturing materials.

Accenture (2020) Delivering The Post-Digital Human Experience. Accenture Technology Vision 2020 Freight & Logistics.

ALICE (2015) Vision and Roadmaps.

ALICE (2020) Roadmap Towards Zero Emission Logistics 2050.

ALICE (2020) Physical Internet Roadmap.

ALICE (2021) Coordination & Collaboration Thematic Group 4 -kokousmateriaalit 11.05.2021.”

Asset Infinity (2021) Tunnistusteknologioiden vertailu. Kuvakaappaus Internet-sivustolta 15.05.2021.

Ballot, E. (2020) Esitys IPIC 2020 -konferenssissa. 18.11.2020.

Becha, H., Frazier, T., Schroeder, M. & Voorspuij, J. (2019) Global Shipping Digitalisation Using UN/CEFACT Data Standards.

Caasnordic.eu (2021) nettisivusto 18.05.2021.

CBinsights (2018) From Tracking Food To Last-Mile Delivery, 125+ Startups Disrupting The Supply Chain & Logistics Industry.

Chan, T., Schöndorfer, S., Schröder, F., Sonderby, M. & Riedl, J. (2018) The Digital Imperative in Freight Forwarding. The Boston Consulting Group.

Clusters2.0 (2020) www.clusters20.eu -hankesivusto

Colin, J-Y, Mathieu, H. & Nakechbandi, M. (2016) A Proposal for an Open Logistics Interconnection Reference Model for a Physical Internet.

Data Science Center (2021)

DHL & Accenture (2018) Blockchain in Logistics. Perspectives on the upcoming impact of blockchain technology and use cases for the logistics industry.

DHL (2020) The Logistics Trend Radar 5th Ed.

El-Masmary, H. & Said, G. (2019) Smart Solutions for Logistics and Supply Chain Management. International Journal of Recent Technology and Engineering, Vol. 8(4), November 2019.

Euroopan komissio (2018)

Euroopan komissio (2019) Green Deal

Garay-Rondero, C.L., Martinez-Flores, J.L., Smith, N., Morales, S.O.C. & Aldrette-Malacara, A. (2019) Digital supply chain model in Industry 4.0. Journal of Manufacturing Technology Management, Vol. 31(5), pp 887-933.

Gartner (2020) Supply Chain Hype Curve.

Helminen, R. & Saarikoski, J. (2021) Satamien digitalisaation nykytila Suomessa. UTUPub. B210.

Hooper, M. (2018) Blockchain report.

Hu, B., Zwart, R.d., Papazikou, E., Boghani, H.C., Filtness, A. & Roussou, J. (2019) Defining the Future of Freight Transport. Deliverable D7.1 of the H2020 project LEVITATE.

Idesco (2021) Kuljetusyksikön tunnistaminen. Yrityksen nettisivulta ladattu 2021.

Islam, D.M.Z, Meier, F.J., Aditjandra, P.T., Zunder, T.H. & Pace, G. (2013) Logistics and Supply Chain Management. Research in Transportation Economics 41(1): 3-16.

Kent, J.L. & Flint, D.J. (1997) Perspective on the Evolution of Logistics Thought. Journal of Business Logistics, 18(2), p. 15-29.

Kersten, W., Seiter, M, von See, B., Hackius, N. & Mauer, T. (2017) Trends and Strategies in Logistics and Supply Chain Management, Digital Transformation Opportunities. BVL, Bremen, Germany.

Kummer, S., Herold, D.M, Dobrovnik, M., Mikl, J. & Schäfer, N. (2020) A Systematic Review of Blockchain Literature in Logistics and Supply Chain Management: Identifying Research Questions and Future Directions. Internet Future 2020.

Lahtinen, H. & Pulli, J. (2012) Logistiikkakeskuksen kehittäjän käsikirja.

Lahtinen H., Lehtinen, R. & Tapio, H. (2021) Vienti- ja tuontihubin konseptointi. Ixtriim Oy. Railgate Finland – Smart Hub Solutions -hankkeen julkaisu.

Lahtinen, H. (2020) Visio ja Roadmap uuden sukupolven kokoonpanotehtaan logistiikkaan. TUDI-hankkeen julkaisu.

Lahtinen, H. (2020) Ekosysteemin kokoaminen Smart Hub Solutions.

Lahtinen, H. (2020b) Yritysalueiden suunnittelussa tulee varautua raideliikenteeseen. Suomen kannattaisi varautua paremmin tulevaisuuden intermodaaliseen kuljetusjärjestelmään. Maankäyttö 2/2020 s. 36-37.

Lahtinen, H. (2019) Logistiikan ratkaisut kiertotalouden mahdollistajina. Huomioita yritysalueiden suunnitteluun. Maankäyttö 4/2019 s. 28-31.

Lahtinen, H. (2016) Horisontaalinen yhteistyö logistiikassa – resurssitehokkaat logistiikkakeskukset. LIMOWA ry:n julkaisu, Reijo Rautauoman Säätiö.

Logixdigi.eu (2020) hankesivusto. Tonis Hintsov & Heiti Mering presentaatio.

Logistiikanmaailma (2021) www.logistiikanmaailma.fi

Logmore (2021) Webinaariesitys 26.4.2021

Luonnonvarakeskus (2021) Webinaariesitys 26.4.2021

McKinnon, A. & Petersen, M. (2021) Measuring Industry's Temperature: An Environmental Progress Report on European Logistics. Hamburg: Center for Sustainable Logistics and Supply Chains at Kühne Logistics University.

McKinnon, A. (2016) Crowdshipping. White Paper.

McKinsey (2020)

Mering, H., Hurt, U., Hintsov, T., Nonasch, I., Killar, E., Vedler, R., Lusti, L. & Heinsoo, S. (2021) Eesti maanteetranspordi digitaliseerimise visioon.

Moduluscha (2014) EU 7th Framework Project www.moduluscha.eu

MongoDB (2016) Internet-sivuston tietoa.

Montreuil, B. (2011) Towards a Physical Internet: Meeting the Global Logistics Sustainability Grand Challenge. Logistics Research, Springer.

Montreuil, B. (2012) Physical Internet Manifesto.

Montreuil, B.M Meller, R.E. & Ballot, E. (2012) Physical Internet Foundations. In a book: Borangiu, T. (Eds. 2012) Service Orientation in Holonic and Multi Agent Manufacturing and Robotics. Springer.

Montreuil B.M. (2015) Presentation, 2nd International Physical Internet Conference 6-8th, July, Paris, France.

Ortec (2016) Ohjelmistoyrityksen markkinointimateriaalia. Ortec BV, the Netherlands.

Pernestål, A., Engholm, A., Bemler, M. & Gidofalvi, G. (2021) How Will Digitalization Change Road Freight Transport? Scenarios Tested in Sweden. Sustainability 13(1):304.

Pöyskö, T., Sirkiä, A., Riihelä, A, Kujala, R. & Utriainen, M. (2020) Logistiikan digitalisaation ilmastovaikutukset. LVM julkaisu 2020:8.

RFIDLab (2012) Radiotaajuustunnisteiden vertailu. RFIDLab ry.

Rifkin, J. (2014) The Zero Marginal Cost Society. The Internet of Things, the Collaborative Commons, and the Eclipse of Capitalism. Palgrave Macmillan, New York, NY, USA.

Roland Berger (2020) Konsulttiyrityksen raportti logistiikan digitalisaatiosta.

Sarc, R., Curtis, A., Kandlbauer, L., Khodier, K., Lorber, K.E. & Pomberger, R. (2019) Digitalisation and intelligent robotics in value chain of circular economy oriented waste management – A review. Waste Management, 95(2019) p. 476-492.

SeAMK (2021) Kolme lohkoketjun hyödyntämismahdollisuutta valmistavassa teollisuudessa. (Sivula A, verkkojulkaisu).

Sivula, A., Shamsuozzaha, A. & Helo, P. (2018) Blockchain in logistics: mapping the opportunities in construction industry. Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management.

Stadtler, H. & Kilger, C. (2008) Supply chain management and advanced planning: Concepts, models, software and case studies. Springer.

Sundarajan (2015) Gig Economy.

Supply Chain Movement (2020) Erilaisia ajatuskarttoja MindMap ladattavissa Internet -sivustolta.

TalTech (2020) Smart Logistics and Freight Villages Initiative. Tallinn University of Technology, SmartLog Project Scientific Report.

TIEKE (2020) Sähköinen asiointi kuljetusliikkeen kanssa -opas.

Tracey, M. (1998) The Importance of Logistics Efficiency to Customer Service and Firm Performance. The International Journal of Logistics Management, 9(2): 65-81.

TradeLens (2021) www.tradelens.com -internetsivusto.

Turckvilant (2021) Esimerkki rautatiekaluston seurannasta. Yrityksen nettisivu.

Turunen, T. (2018) CRM ja ERP ote opinnäytetyöstä. Haaga-Helia.

Voorspuij, J. (2021) Tracking & Tracing Implementation Guideline For Multimodal Transportation. Presentation in Webinar on March 23rd 2021. GS1.

WEF (2017) Impact of the Fourth Industrial Revolution on Supply Chains. World Economic Forum.

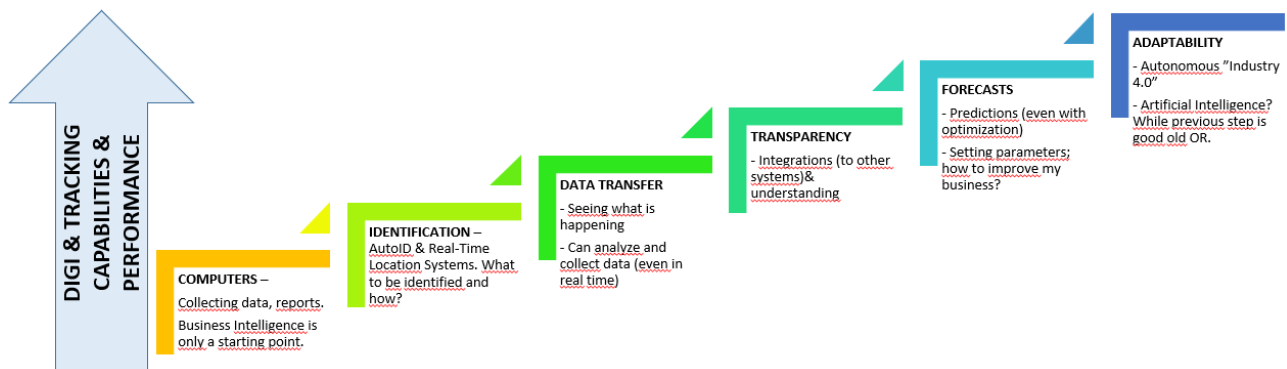
Winkelhaus, S. & Grosse, E.H. (2020) Logistics 4.0: a Systematic Review Towards a New Logistics System. International Journal of Production Research, 58(1), p. 18-43.

YLE (2020) Uutinen rokotekuljetuksista 20.12.2020.

Smart Digital Logistics

The requirements and expectations of efficiency, punctuality, and flexibility in logistics mean that receiving high-quality data in real time is of vital importance. There are several stakeholders along the supply chain who need access to the data, but only to that part which each of them is authorized to access. There are several growing trends and emerging technologies such as Big Data, IoT, Blockchain, Cloud Services, and Artificial Intelligence. In short, there is an enormous amount of data available, but do we have the information when we need it? It is having the relevant real-time data which is the key issue here. IoT technologies will help us gather even more data in a variety of areas, but specifically in supply chains these IoT technologies such as AutoID and RTLS allow us to acquire very significant data from material flows and logistics processes. Therefore, digitalization will happen through these technologies; we will have a virtual copy of the physical flow in our information systems. In fact, there is even a new hype of digital twins – describing a “virtual copy”.

However, this topic covers not just digital logistics, but also “smart” digital logistics. Therefore, intelligence of information systems is needed. These can be either traditional operations research-based optimization methods or even more sophisticated artificial intelligence solutions, but in general – and outside of terminology and semantics - the idea is to utilize the collected data for better decision-making which can take place on several levels in logistics from strategic network planning of make/buy evaluations and locating facilities, to monthly capacity and resource planning, and all the way to daily optimization of tasks including real-time calculation of transportation routes of trucks on congested roads. We refer here to our previous study (Lahtinen 2020) which classified digital & tracking capabilities according to the following picture. Achieving top performance will require intelligence such as forecasts, AI, and new autonomous technologies.

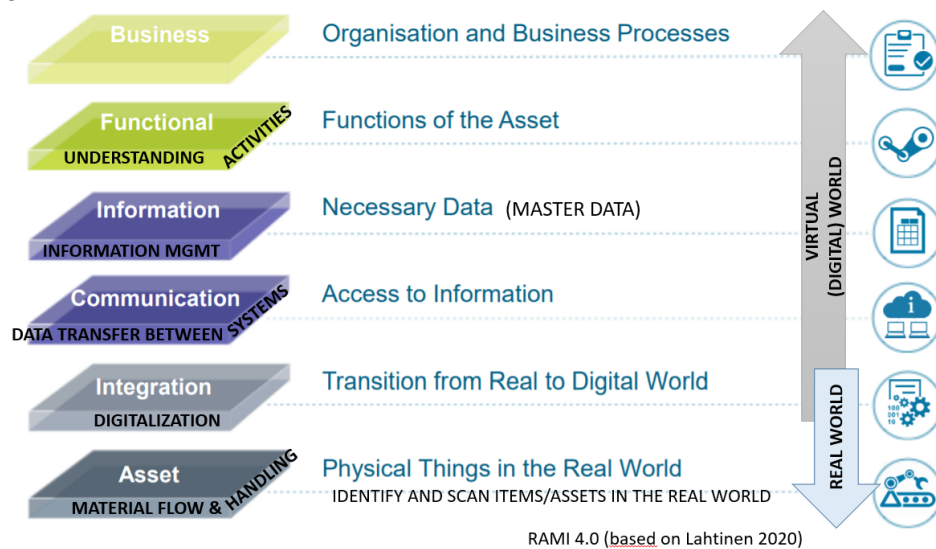


The information presented in this report has been collected during the ERDF project Railgate Finland – Smart Hub Solutions by conducting interviews and group discussions, as well as from literature. It should be viewed and interpreted from different perspectives such as those of trading partners, buyers and sellers, logistics services providers and/or from governmental perspectives. This has been challenging work due to the Covid-19 pandemic but also a very interesting experience, and it would be beneficial to continue the process together with companies and other stakeholders and study these issues in greater detail, gaining further

insights into the topic. In addition, we strongly believe that kind of review will help all participants in further development activities including pilots and scale-ups.

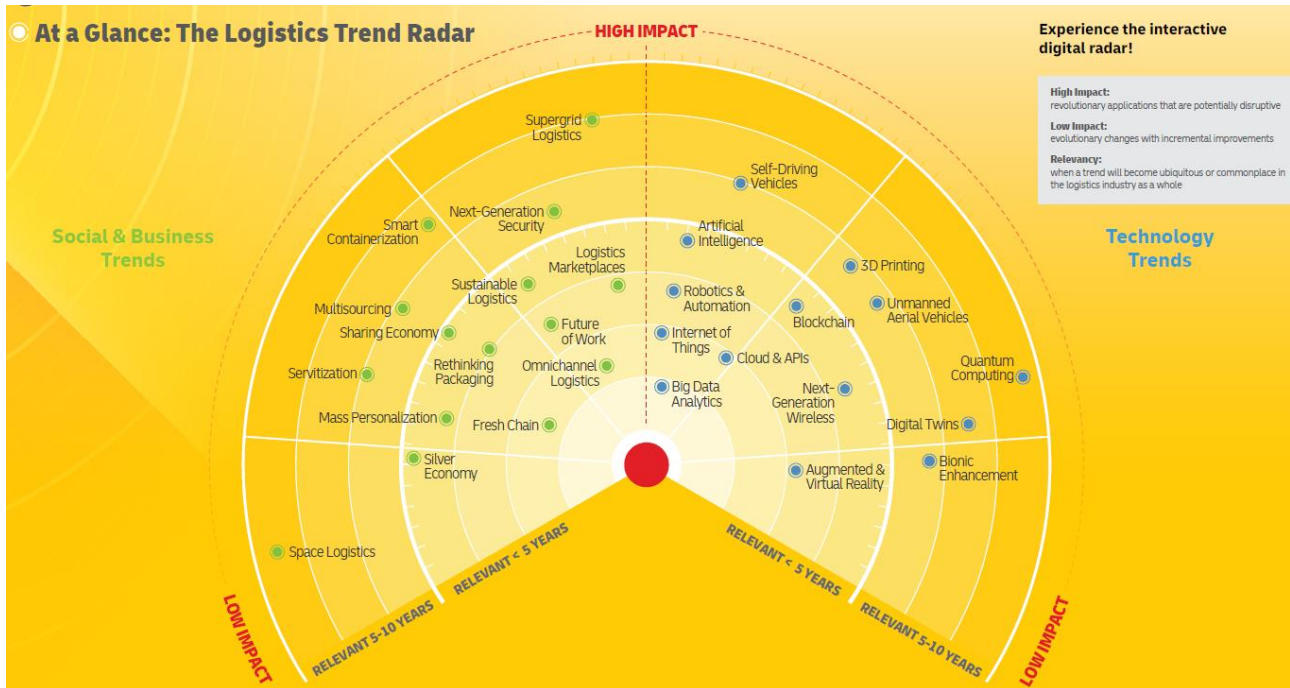
As key issues and findings we can point out at least the following:

- 1) There are many opportunities related to enhancing competitiveness and efficiency through digitalization in such a fragmented industry including road transportation, freight forwarding and other logistics services. There are a lot of new startups in the market which have attracted investors' interest and acquired seed capital.
- 2) Companies have identified digitalization as an opportunity, but they are not very well prepared to utilize it. Digitalization itself will happen through IoT sensors such as AutoID and RTLS, and the digitalization process is connecting virtual and physical world, computers, and software into real material flow.



- 3) There are a lot of technologies available, but the main challenge is not the technologies themselves, but organizing, collaboration, and business models. Good references available could be, for example, DHL's (2020) Trend Radar and Lahtinen's (2020) Vision and Roadmap for Digitalizing Intralogistics (see pictures below).
- 4) Digitalization will help consolidate loads and increase efficiency. Consolidation of flows can even lead to a modal shift and therefore will have its impact and contribute toward reducing greenhouse gas emissions and tackling climate change. We refer here to another study our team has been involved in simultaneously (Lahtinen, Lehtinen & Tapio 2021).
- 5) Logistics 4.0 means the utilization of intelligence to create more flexible and sustainable logistics. The Digital Track & Trace maturity model also highlights not only systems and data, but the ability to share and utilize the acquired data. We can also see the difference between digitizing the current process and creating new business models and value creation through digitalization.
- 6) Standardization is needed, particularly in multistakeholder global multimodal chains. We would like to refer to the GS1 global system of standards as a good starting point for stakeholders.
- 7) In addition to hardware and automation, a lot of software is available, and the key question is often integrations and information flows among different applications.
- 8) Governments can also benefit from the digital transformation. Sharing information via electronic freight documents will not only be beneficial for actors along the logistics chain, but also useful for the government in providing infrastructure, facilitating international trade, issuing permits and ensuring security of transportation.

- 9) Digitalizing transport documents and sharing information will create lots of benefits for several stakeholders, although it seems that are still hindrances when it comes to adoption. For governments this opens an opportunity to create a single national access point (NAP) for transporting information and ensuring smoother flows of goods, which will benefit the trading partners, both buyers and sellers. They also have an opportunity to better plan their operations thanks to more transparent information. Similarly, transport service providers will be able to increase efficiency.
- 10) The global freight transportation system must meet the principles of the Physical Internet in the long run. This requires not only digitalization, but also physical facilities in nodal points as well as standardization.

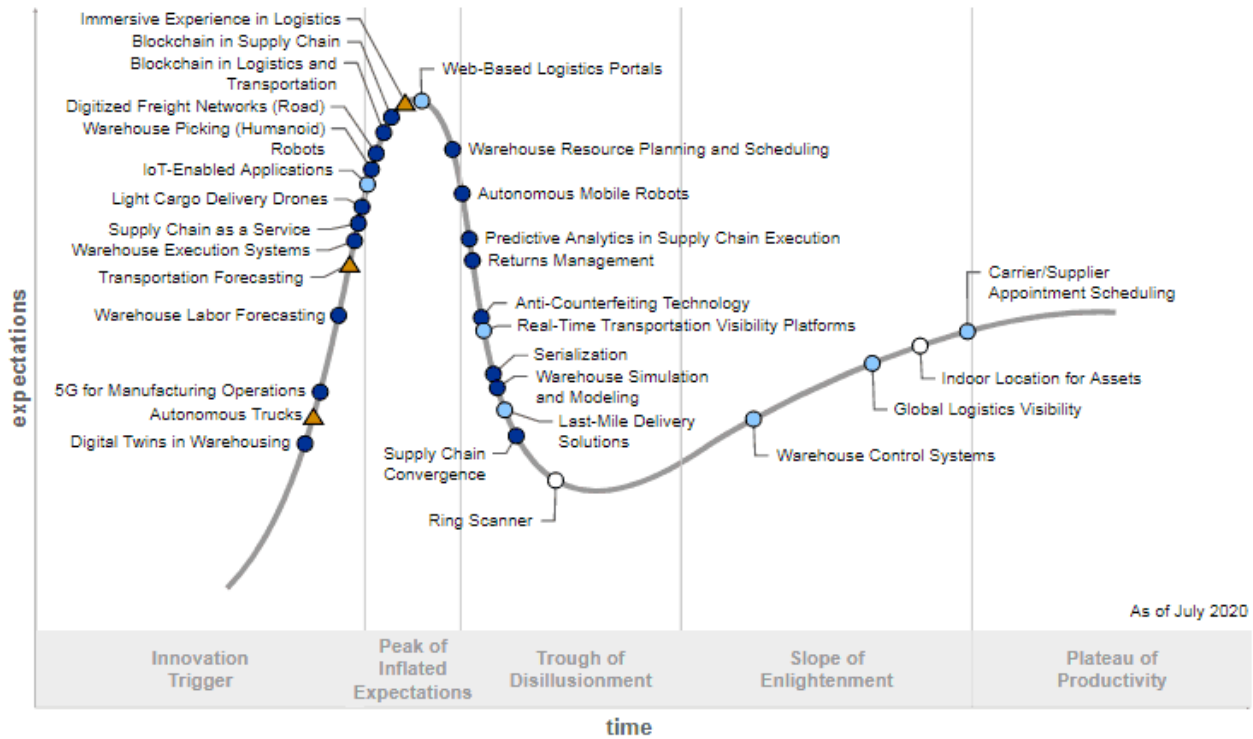


VISION & ROADMAP: Logistics in the Factory of the Future (Lahtinen 2020)

<ul style="list-style-type: none"> - Digital Twin - Available-To-Promise (ATP) & Rough Scheduling of Deliveries. - Mass Customization - AR/VR - Harmonization - Planning / Sales Interfaces - Modularization - Product Structure - Feedback / Evaluation 	<ul style="list-style-type: none"> - Integrations, RPA - Forecasts (APS/AI) - S&OP - Setting/Kitting - Transparency & Collaboration (VMI, CPFR) - Automated Replenishment Orders - Local → Global → Hybrid - Push → Pull → JIT/Kanban - Classifications 	<ul style="list-style-type: none"> - "Gollu 2.0"? - Track-and-Trace - Delivery Windows /Locations - Delivery Dates - Stickers / ID - Documentation - Electronic Transportation Order 	<ul style="list-style-type: none"> - Robotization, "automated conveyors" = Sorters. - Rid of Unnecessary Packages & Recycling - Photographing - SKU ID - Carton ID - Cross-Docking - Shipment Identification 	<ul style="list-style-type: none"> - Automation - Warehouse Mgmt + Inventory Mgmt - Locating Warehouses (de/centralization) + Supply Chain Geography - Rationalized or Dynamic Slotting - Dedicated Warehouse Slots - Punctuality of SKU Data (Inventory Accuracy) 	<ul style="list-style-type: none"> - Automatization - Goods-to-Picker → Autonomous Mobile Robot / Semiautomation - Ensuring Tech (Character/Photo Recognition) - Assisting Tech. (Proactivity, Pick-by-Voice, Pick-by-Light) - Smart Work Flow (Item-, Order-, Area- or Dynamic Picking) - Mechanization (Cranes, Forklifts) 	<ul style="list-style-type: none"> - Wellbeing, Human Skills & Flexibility? - Exoskeleton - Cobots - Character / Photo Recognition - VR/Put-to-Light - Balancers (helping to lift) - Autonomy - Error Proofing (AMR?) - Continuous One-Piece-Flow - Production start when components available 	<div style="text-align: center; border: 2px solid red; padding: 5px; font-weight: bold; color: red;">CUSTOMER</div> <ul style="list-style-type: none"> - Feedback - Track-and-Trace - Optimization (Shipments & Routes; Fleet & Transportation Modes) - Electronic Transport Orders & Documents - Palletizing Robots, - Smart Package & ID, Sensors - Packaging 	<ul style="list-style-type: none"> - Reuse/Recycling - Lifecycle (TCO) - Extra & Spare Parts - Maintenance (VR?) - Forecasts & Proactivity - Services - Sensors & Data - Introduction & Implementation - Installation (VR)
CUSTOMER								
COMMERCIAL	PURCH/SUPPLY	TRANSPORT	RECEIVING	STORAGE	PICKING	ASSEMBLY	DELIVERY	MAINTENANCE
INDUSTRY 4.0 (Intelligent factory, CPS ~ Cyber Physical Systems, Autonomy, Organizations of the Future) LOGISTICS 4.0 (WH/Log/MH Tech Integration, Plug-and-Produce, Supply Chain Performance, Resource Efficiency) ENHANCING FLEXIBILITY (Customer Oriented Product Tailoring, Volume / Process Flexibility, Streamlining) TOWARDS ERROR/HASSLE FREE OPERATIONS (Simplification, Unitization, Right First Time, Speed, Continuous One-Piece-Flow, Cost Efficiency) LEAN (APPROACH & CULTURE) MUDA (Rid of Waste), KAIZEN (Continuous Development) MURA/HEIJUNKA (Production Leveling)								
METRICS:			Customer (Perfect Order ~ Two-Sided → Speed, Punctuality, Availability), BSC (Responsibility, Costs)					
MANAGEMENT:			7S, Ergonomics, Employees' Satisfaction & Wellbeing, Phys.Audits, Oper.Planning, Simulation & Optimization					
IDENTIFICATION HIERARCHY:			Naming, Coding, Standards, Harmonization, Barcodes, AutoID, RTLS → Master Data (+ Big Data)					
INFORMATION SYSTEM / INFRASTRUCTURE:			ERP, CRM, WMS/MES, APS/AI, 5G					

Liite 2. Kommentti toimitusketjun teknologiosta ja niiden ajoituksesta

Tässä liitteessä esitetään (kuva L2.1) tuorein Gartnerin (2020) toimitusketjun teknologioiden hype -käyrä.



Plateau will be reached:

- less than 2 years
- 2 to 5 years
- 5 to 10 years
- ▲ more than 10 years
- ⊗ obsolete before plateau

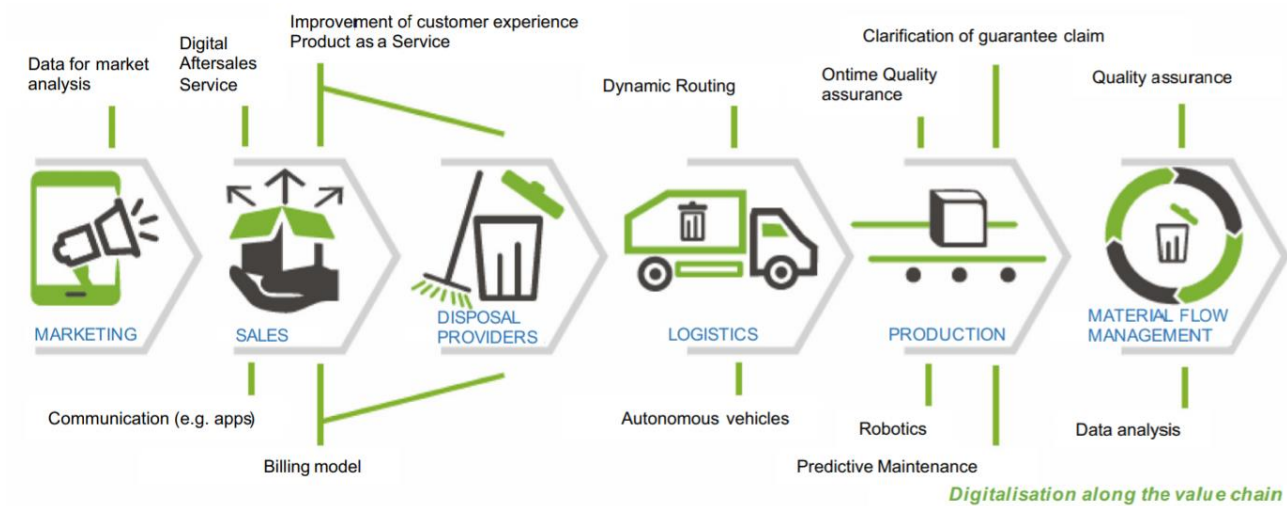
© 2020 Gartner, Inc.

Kuva L2.1. Gartnerin toimitusketjuteknologioiden hype -käyrä 2020.

Tätä kuvaa on mielenkiintoista lukea yhdessä DHL:n (2020) trenditutkan kanssa, jossa on lueteltu sekä näitä teknologioita että käyttäytymismallien muutoksia. Kyseisessä raportissa esitellään myös trendejä, joita on lueteltu aiemmissa ennusteissa, mutta jotka eivät ole toteutuneet kuvatulla tavalla. Kyseinen luettelo on myös tarpeellista läpikäytävää. Kokonaisuudessaan tällaiset esitykset selkeyttävät käytettävää terminologiaa sekä auttavat asemoimaan tekemäämme työtä laajempaan viitekehykseen sekä aikatauluun.

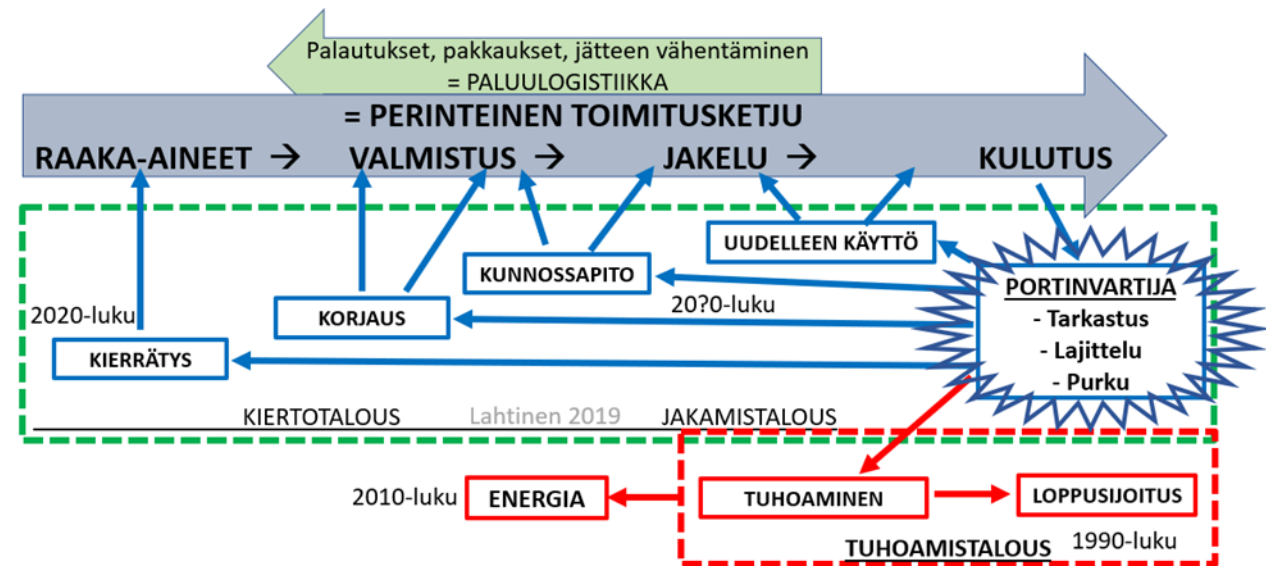
Liite 3. Digitalisoituva kiertotalouden logistiikka.

Tässä liitteessä arvioidaan muutamia yleisen tason ratkaisuja kiertotalouden logistiikkaketjun digitalisoimiseen.



Kuva L3.1. Sarc ym. (2019)

Koska kiertotalous on niin valtavan laaja kokonaisuus, tässä rajauksen vuoksi käsitellään vain elinkaaren päässä olevan jätevirran käsittelyä. Tietysti jo jätedirektiivikin vaatii etusijajärjestystä, jossa pyritään korkeamman jalostusasteen kiertoihin, ja jonka voidaan nähdä menevän kohti jakamistaloutta, jossa samasta resurssista saadaan enemmän hyötyä irti.



Kuva L3.2. Kierto- ja jakamistalouden luokittelua perinteisen toimitusketjun rinnalla (Lahtinen 2019).

Tässä liitteessä tullaan lopulta siihen problematiikkaan, onko kyse ”perinteisen kuljetuslogistiikan” vai ”materiaalinkäsittelyn” ratkaisuista, joilla jätemateriaalivirtojen optimaalinen toteutus tehdään, vai niiden yhdistelmästä? Kumpi lähestymistapa lopulta johtaa nk. dominant designiin, joka yleistyy markkinassa: lajitellaanko jätteet jo syntypisteessä ja niitä ohjataan erilaisilla kuljetuksen ohjausratkaisuilla tarvitsijoille, vai kerätäänkö materiaalit suuremman käyttöasteen kuljetuksilla yhteen paikkaan, jossa on (automatisoitu

ja robotisoitu) käsittelylinjasto, joka erottelee jakeet erilaisiin käyttökohteisiin niitä edelleen hyödyntäville tahoille? Molemmat ovat kuitenkin ”älykkään digitaalisen kuljetusketjun” kannalta merkittäviä vaihtoehtoja, joihin voidaan soveltaa osin tässä raportissa kuvattuja ratkaisuja, mutta mahdollisesti kehitettävä myös jotain uutta. Tai ainakin yhdistettävä teknologioita uudella tavalla.

Pitäisikö tähän laittaa vielä perinteinen vs. kiertotalouden logistiikka -yhteenveto ja päivittää sitä suhteessa ”digiin”?



Lahtinen (2019)

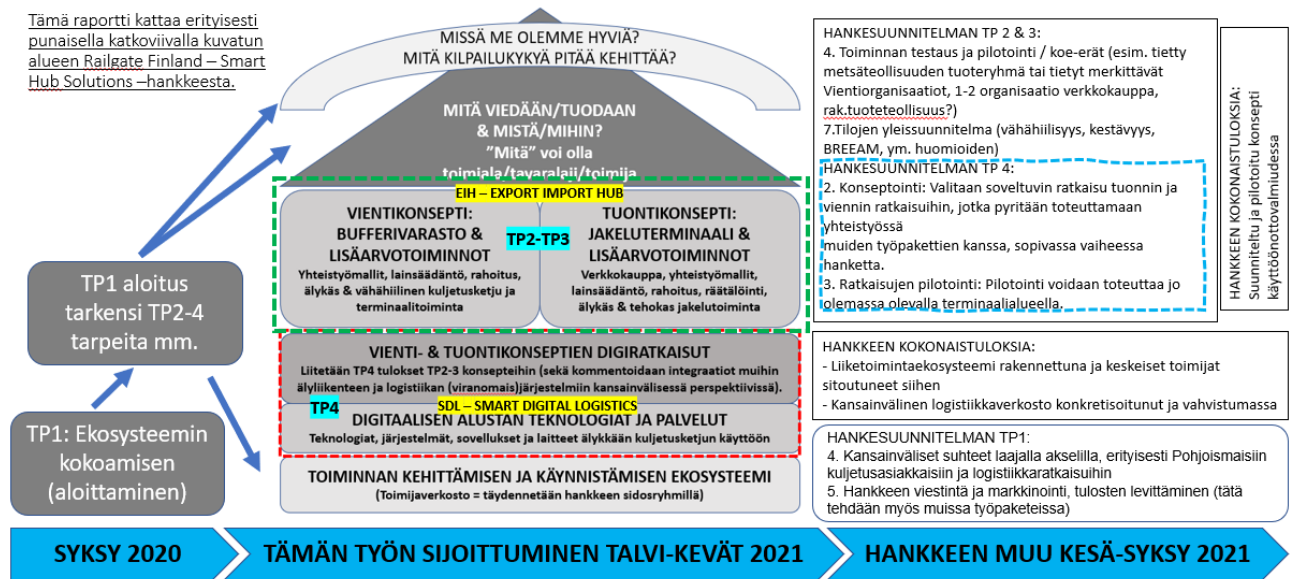
Liite 4. Esimerkki maantiekuljetusten uusista teknologiayhtiöistä

- Incumbent players
- Supporting service providers



Kuva L4.1. Uudet toimijat haastavat ja täydentävät perinteisiä logistiikkatoimijoita myös maantiekuljetussektorilla (Roland Berger 2020).

Liite 5. Raportin asemointi osana Railgate Finland - Smart Hub Solutions -hanketta



Tämä "Smart Digital Logistics" eli älykäs digitaalinen logistiikka –raportti liittyy kiinteästi vienti- ja tuontihubin kehittämiseen

Kuva L5.1. Tämän raportin asemointi osana laajempaa hankekokonaisuutta.